

48864-036
February 21, 2001

日 本 国 特 許 庁 KAMON, ET AL

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-097239

願 人

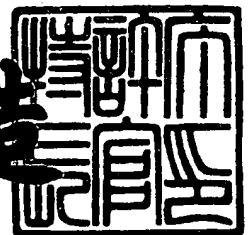
Applicant (s):

ミノルタ株式会社

2000年11月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03495

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 撮影システム並びにそれに用いられる 2 次元撮像装置および 3 次元計測装置

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 掃部 幸一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 井手 英一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 八木 史也

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 近藤 尊司

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮影システム並びにそれに用いられる 2 次元撮像装置および 3 次元計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2 次元撮像装置および 3 次元計測装置を有する撮影システムであって、
前記 2 次元撮像装置によって撮像される被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置の計測範囲を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

を有してなることを特徴とする撮影システム。

【請求項 2】

2 次元撮像装置および 3 次元計測装置を有する撮影システムであって、
前記 2 次元撮像装置によって撮像される被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置による計測結果に基づいて前記被写体の距離画像を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

を有してなることを特徴とする撮影システム。

【請求項 3】

2 次元撮像装置および 3 次元計測装置を有する撮影システムであって、
前記 2 次元撮像装置によって撮像される被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置の計測範囲を指定するための範囲情報を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

前記表示部に表示された範囲情報に基づいて計測範囲を指定するための指定手段と、

を有してなることを特徴とする撮影システム。

【請求項 4】

前記 2 次元撮像装置と 3 次元計測装置とは互いに着脱が可能であり、

前記 2 次元撮像装置と 3 次元計測装置との間において、前記 3 次元計測装置の計測範囲または計測結果についての情報の通信が可能に構成されてなる、

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の撮影システム。

【請求項 5】

3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、
被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置の計測範囲を表す情報が前記 3 次元計測装置から送信されたときに、その情報に基づく計測範囲を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

を有することを特徴とする 2 次元撮像装置。

【請求項 6】

3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、
被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置による計測結果が前記 3 次元計測装置から送信されたときに、その計測結果に基づいて前記被写体の距離画像を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

を有することを特徴とする 2 次元撮像装置。

【請求項 7】

3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、
被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、

前記 3 次元計測装置の計測範囲を指定するための範囲情報を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、

前記表示部に表示された範囲情報に基づいて計測範囲を指定するための指定手段と、

前記指定手段により指定された計測範囲を前記 3 次元計測装置に送信する送信手段と、

を有することを特徴とする 2 次元撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元計測装置が2次元撮像装置に着脱可能に取り付けられるように構成された撮影システム、それに用いられる2次元撮像装置および3次元計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来において、被写体の2次元画像を撮像してその画像データを出力するデジタルカメラが普及している。デジタルカメラで得られた画像データは、個人での観賞に用いる他、例えばウェブ上のホームページに掲載して一般に公開することも容易に行える。

【0003】

また、例えば特開平11-271030号公報に記載されるような3次元計測装置を用いることにより、2次元画像に代えて3次元データを公開するユーザも比較的少数ではあるが増えてきている。3次元データを用いた場合には、対象物を一方向からだけではなく多方向から観察できるので、商品の紹介などに適している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、3次元計測装置により得られる3次元データは、デジタルカメラなどにより得られる2次元データ（画像データ）と比較すると、データ量が多いため、データ処理が複雑であり、処理に時間を要したり大きなメモリ容量を要するなど、扱い難いという問題がある。

【0005】

このように、3次元データと2次元データとではそれぞれ一長一短があるため、用途に応じて使い分ける必要がある。したがって、それらのデータを得るために、2次元撮像装置および3次元計測装置のいずれも必要となってくる。

【0006】

そのような要求に応えるために、2次元撮像と3次元計測との両方が行える装置（VIVID700）が本出願人によって市場に提供されている。その装置によると、

2次元撮像装置と3次元計測装置とが一体に組み込まれているので、簡単な操作で2次元データと3次元データとを同時に容易に取得することができる。

【0007】

しかし、その装置を用いて2次元撮像のみを行おうとした場合に、一体型であるために3次元計測装置を分離することができず、単なる2次元撮像装置と比べると大型となって扱い難いという面がある。

【0008】

また、3次元計測を行う場合に、その計測範囲を予め確認したり、計測範囲を変更できることが望ましい。

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたもので、2次元データの撮影と3次元データの撮影との両方を行うことが可能であり、3次元計測の計測範囲を容易に確認することのできる撮影システム、並びにそれに用いられる2次元撮像装置および3次元計測装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明に係るシステムは、2次元撮像装置および3次元計測装置を有する撮影システムであって、前記2次元撮像装置によって撮像される被写体の2次元画像を表示する表示部と、前記3次元計測装置の計測範囲を前記2次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、を有してなる。

【0010】

請求項2の発明に係るシステムでは、前記2次元撮像装置によって撮像される被写体の2次元画像を表示する表示部と、前記3次元計測装置による計測結果に基づいて前記被写体の距離画像を前記2次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、を有してなる。

【0011】

請求項3の発明に係るシステムでは、前記2次元撮像装置によって撮像される被写体の2次元画像を表示する表示部と、前記3次元計測装置の計測範囲を指定するための範囲情報を前記2次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、前記表示部に表示された範囲情報に基づいて計測範囲を指定するための指定

手段と、を有してなる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明に係るシステムでは、前記 2 次元撮像装置と 3 次元計測装置とは互いに着脱が可能であり、前記 2 次元撮像装置と 3 次元計測装置との間において、前記 3 次元計測装置の計測範囲または計測結果についての情報の通信が可能に構成されてなる。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 の発明に係る装置は、3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、前記 3 次元計測装置の計測範囲を表す情報が前記 3 次元計測装置から送信されたときに、その情報に基づく計測範囲を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、を有する。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 の発明に係る装置は、3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、前記 3 次元計測装置による計測結果が前記 3 次元計測装置から送信されたときに、その計測結果に基づいて前記被写体の距離画像を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、を有する。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 の発明に係る装置は、3 次元計測装置が着脱可能に取り付けられる 2 次元撮像装置であって、被写体の 2 次元画像を表示する表示部と、前記 3 次元計測装置の計測範囲を指定するための範囲情報を前記 2 次元画像とともに前記表示部に表示する表示制御部と、前記表示部に表示された範囲情報に基づいて計測範囲を指定するための指定手段と、前記指定手段により指定された計測範囲を前記 3 次元計測装置に送信する送信手段と、を有する。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明に係る撮影システム 1 の概略の構成を示す図、図 2 は T O F（タイムオブフライト）方式の投光受光部 3 0 A の例を示す図、図 3 は光切断方式の

投光受光部 3 0 B の例を示す図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、撮影システム 1 は、2 次元撮像装置であるデジタルカメラ 3、デジタルカメラ 3 とは別体であってデジタルカメラ 3 に着脱可能に取り付けられる 3 次元計測ユニット 4 からなる。なお、図示はしないが、必要に応じてフラッシュ 5 が着脱可能に取り付けられる。

【 0 0 1 8 】

デジタルカメラ 3 は、本体ハウジング H C、エリアセンサ 1 1、撮像制御部 1 2、レンズ群 1 3、レンズ制御部 1 4、記録部 1 5、測距部 1 6、操作部 1 7、表示部 1 8、コネクタ 1 9、2 次元制御部 2 0、および画像処理部 2 1 などからなる。

【 0 0 1 9 】

エリアセンサ 1 1 は、CCD イメージセンサなどからなり、被写体の 2 次元画像を撮像する。撮像制御部 1 2 は、エリアセンサ 1 1 を制御し、エリアセンサ 1 1 からのデータの読み出しを行う。

【 0 0 2 0 】

レンズ群 1 3 は、ズームレンズおよびフォーカシングレンズを含んでいる。レンズ群 1 3 は、レンズ制御部 1 4 によって自動焦点制御 (A F) が行われ、エリアセンサ 1 1 に被写体像を結像させる。自動焦点制御は、3 次元計測ユニット 4 が取り付けられている場合には、3 次元計測ユニット 4 から出力される計測結果データ (測定結果データ) に基づいて行われ、そうでない場合には測距部 1 6 の計測結果に基づいて行われる。

【 0 0 2 1 】

記録部 1 5 は、HDD (ハードディスク装置)、光磁気記録装置、または、フラッシュメモリ、スマートメディア、MD (ミニディスク) などの交換可能な記憶メディアからなる。記録部 1 5 において、エリアセンサ 1 1 により撮像された 2 次元画像、3 次元計測ユニット 4 で計測された 3 次元データ、その他の属性データなどが記録される。

【 0 0 2 2 】

測距部 1 6 として、例えば、一般的なアクティブ型の公知の測距装置が用いられる。撮像範囲内の画面の 1 点のみの距離を測定することが可能である。測距部 1 6 は、デジタルカメラ 3 が単体として用いられる場合のみに使用される。3 次元計測ユニット 4 が取り付けられている場合には、3 次元計測ユニット 4 から出力される計測結果データが用いられるので、測距部 1 6 は使用されない。

【 0 0 2 3 】

操作部 1 7 として、リリースボタン、電源ボタン、ズームボタン、メニュー選択ボタンなどが設けられている。なお、ズームボタンとしては、遠方用（T E L E 用）のボタンおよび接近用（W I D E 用）の 2 個のボタンが設けられている。また、メニュー選択ボタンとしては、カーソルなどを上下左右に移動させるための 4 個のボタンと確定用のボタンの合計 5 個のボタンが設けられている。

【 0 0 2 4 】

表示部 1 8 には、エリアセンサ 1 1 で撮像された 2 次元画像が表示される。したがって、表示部 1 8 は、2 次元撮像における電子ファインダーとしても機能する。その他、表示部 1 8 には、メニュー、メッセージ、その他の文字または画像が表示される。

【 0 0 2 5 】

また、表示部 1 8 には、3 次元計測ユニット 4 が取り付けられた場合に、3 次元計測ユニット 4 による計測範囲を示す情報、その計測範囲を指定するための情報などが、2 次元画像とともに表示される。さらに、3 次元計測ユニット 4 によって計測された 3 次元データが濃淡画像として表示される。3 次元計測に関連するメニューも表示される。

【 0 0 2 6 】

コネクタ 1 9 は、3 次元計測ユニット 4 を取り付けた際に、3 次元計測ユニット 4 との間で信号またはデータ（情報）の授受を行うための接続点となる。

2 次元制御部 2 0 は、デジタルカメラ 3 の各部の制御を行う他、3 次元計測ユニット 4 の 3 次元制御部 4 0 との間における通信の制御を行う。この通信において、デジタルカメラ 3 は、デジタルカメラ 3 のパラメータである、焦点距離、ズームの有無、エリアセンサ 1 1 の解像度などに関するデータを送信し、3 次元計

測ユニット4のパラメータである、計測原理、計測可能距離範囲、解像度、および計測可能画角などに関するデータ、ならびに、3次元計測の結果である計測結果データ（3次元データを含む）を受信する。

【0027】

本体ハウジングHCには、これら各部が収納され、または表面に取り付けられている。本体ハウジングHCによって、デジタルカメラ3は一個のカメラとして構成されている。デジタルカメラ3は、3次元計測ユニット4が取り付けられていない状態でも、単独で通常のデジタルカメラ（電子カメラ）として使用することが可能である。

【0028】

3次元計測ユニット4は、本体ハウジングHT、投光受光部30、および3次元制御部40からなる。投光受光部30として、TOF方式または光切断方式など、種々の方式のものをを用いることが可能である。

【0029】

例えば、図2に示すTOF方式の投光受光部30Aでは、投光部31、受光部32、投光制御部33、受光制御部34、走査制御部35、および走査ミラー37などからなる。

【0030】

投光部31からレーザのパルス光が投射される。そのパルス光が被写体（対象物）で反射し、反射光が受光部32で受光される。投光部31には例えばレーザダイオードが用いられ、受光部32には例えばフォトダイオードが用いられる。これらは、投光制御部33および受光制御部34によって制御される。パルス光の投射（発光）から受光までの時間を計測することにより、距離情報が得られる。

【0031】

この計測方法では、1回の計測によって被写体の小領域についての距離情報が得られる。パルス光の投射方向（計測方向）を走査ミラー37により走査することで、所定のエリアの距離分布情報が得られる。なお、図2においては、パルス光を上下方向に走査する走査ミラー37のみが示されているが、左右方向に走査

する走査ミラーも設けられている。

【0032】

図3に示す光切断方式の投光受光部30Bでは、投光部31、エリアセンサ32a、投光制御部33、撮像制御部34a、画像処理部34b、走査制御部35、走査ミラー37、およびレンズ群38などからなる。

【0033】

投光部31からレーザのパルス光またはスリット光が投射される。被写体からの反射光がレンズ群38を通してエリアセンサ32aで受光される。エリアセンサ32aからの出力に基づいて、反射光のエリアセンサ32a上の受光位置が求められる。それとレーザ光の投射角度などに基づいて、三角測量の原理で被写体までの距離情報が得られる。レーザ光の投射角度、つまり計測方向を、走査ミラー37により走査することによって、所定の範囲の計測が行われる。

【0034】

なお、光切断方式において、計測のタイミング（レーザ光の投射角度）毎に、エリアセンサ32a上の受光位置を検出する第1のタイプと、エリアセンサ32aの各画素毎に、各画素を反射光が通過するタイミング（レーザ光の投射角度）を検出する第2のタイプとがある。

【0035】

第1のタイプでは、サンプリングしたときのスリット方向に対して距離情報が得られる。したがって、スリット光を走査させながら計測する場合には、サンプリング周期（データ取り込み時間間隔）によって分解能が変わる。

【0036】

第2のタイプでは、各画素のにらむ方向について距離情報が得られる。したがって、分解能は撮像面の画素数で決まるが、さらに補間処理を行うことで画素数が変わるので、これに応じて分解能も変わる。

【0037】

3次元制御部40は、3次元計測ユニット4の各部の制御を行う他、上に述べたように、デジタルカメラ3の2次元制御部20との間における通信の制御を行う。なお、3次元計測ユニット4の電源を、図示しない他のコネクタ（接続端子

）を通じてデジタルカメラ 3 から供給することも可能である。

【 0 0 3 8 】

さて、撮影システム 1 では、デジタルカメラ 3 と 3 次元計測ユニット 4 との間で通信を行い、いずれか一方の動作条件を表す情報が他方に送信されたときに、それを受信した他方は、受信した情報に基づいて自らの動作条件を設定して撮像または計測を実行する。

【 0 0 3 9 】

すなわち、デジタルカメラ 3 および 3 次元計測ユニット 4 の両方で同時に撮影を行う場合に、互いの間で動作条件について整合性がとれている必要がある。この場合の動作条件は、主として、撮影範囲（撮像範囲、計測範囲）および分解能（撮像分解能、計測分解能）である。

【 0 0 4 0 】

デジタルカメラ 3 および 3 次元計測ユニット 4 が一体である場合には、相手が定まっているので、それらは当初から最適な動作条件となるように設定しておくことが可能である。また、着脱可能ではあるが、常に同じものが取り付けられるのであれば、やはり同様に当初から最適な動作条件となるように設定しておくことが可能である。

【 0 0 4 1 】

しかし、本実施形態では、それぞれ、異なる仕様のものを選んで取り付けることが可能である。例えば、デジタルカメラ 3 では、レンズの方式または種類、ズーム機能の有無、エリアセンサの画素数、または本体ハウジング H C の形状寸法などの相違、3 次元計測ユニット 4 では、計測方式の種類、計測距離、計測範囲、精度、または本体ハウジング H T の形状寸法などの相違によって、それぞれ仕様が異なる。また、同じ機種であっても、ユーザの使用状態によって動作条件が異なることもある。

【 0 0 4 2 】

したがって、最適の撮影または計測を行うためには、相手の動作条件を知る必要がある。相手の撮影範囲が分かると、それに合わせて自らの撮影範囲を決定することができる。例えば、相手の撮影範囲を全てカバーするように自らの撮影範

囲を設定する。または、相手の撮影範囲内に収まるように自らの撮影範囲を設定する。また、相手の分解能が分かると、それに合わせて、例えば分解能がほぼ同じになるように決定することができる。

【 0 0 4 3 】

このように、他方の動作条件に合わせて一方の動作条件を設定することにより、整合性のよい撮影を行うことができる。その結果、例えば、得られた 3 次元データに 2 次元データを貼り付けて 3 次元画像を合成する場合に、その作業が容易であり、精度のよい 3 次元画像が生成される。

【 0 0 4 4 】

また、種々の仕様のデジタルカメラ 3 または 3 次元計測ユニット 4 を組み合わせることにより、2 次元画像の撮像または 3 次元計測の自由度を向上させることができる。これによって、必要な 2 次元画像または 3 次元データを容易に取得することができる。

【 0 0 4 5 】

ここで、デジタルカメラ 3 および 3 次元計測ユニット 4 の撮影範囲および分解能について説明する。

図 4 はデジタルカメラ 3 の撮像範囲 EP を説明する図、図 5 および図 6 は 3 次元計測ユニット 4 の計測範囲 EM を説明する図、図 7 はデジタルカメラ 3 の撮像範囲 EP を 3 次元計測ユニット 4 の計測範囲 EM がカバーするように設定された状態を示す図、図 8 はデジタルカメラ 3 の撮像範囲 EP によって 3 次元計測ユニット 4 の計測範囲 EM がカバーされるように設定された状態を示す図、図 9 はエリアセンサ 11 の撮像面を示す図である。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示すように、デジタルカメラ 3 の撮像範囲 EP は、画角 $\theta 1$ で表される。画角 $\theta 1$ の基準点は、レンズ群 13 の主点（前側主点）である。図においては縦方向（X 方向）の画角 $\theta 1$ のみしか示されていないが、横方向（水平方向）においても同様である。画角 $\theta 1$ は、エリアセンサ 11 の撮像面の縦横のサイズ VL, HL（図 9 参照）、およびレンズ群 13 の焦点距離 f によって決定される。つまり、画角 $\theta 1$ は次の式で示される。

【0047】

$$\theta 1 = 2 \times \arctan (h / b)$$

但し、 h はエリアセンサ11のサイズの2分の1である。つまり、縦方向には $h = VL / 2$ であり、横方向には $h = HL / 2$ である。 b は、レンズ群13の主点とエリアセンサ11との距離であり、通常、焦点距離 f に等しいものと近似することができる。

【0048】

画角 $\theta 1$ の位置は、図4に示すように、その下端線と光軸とのなす角 $\theta 2$ によって規定される。画角 $\theta 1$ は、通常、光軸に対して対称である。上の式は光軸に対して対称であることを前提としている。その場合には、 $\theta 2 = \theta 1 / 2$ である。しかし、光軸に対して非対称の場合もある。

【0049】

光軸は、通常、デジタルカメラ3の本体ハウジングHCの基準面、例えば3次元計測ユニット4の取り付け面に対して平行に設けられる。しかし、そのような基準面に対して、直角、または適当な角度を有するように設けられることもある。

【0050】

図5および図6に示すように、3次元計測ユニット4の計測範囲EMは、通常、例えば走査ミラー37によるレーザ光の走査角 $\phi 1$ によって決定される。走査角 $\phi 1$ は、通常、デジタルカメラ3の光軸と平行な軸に対して非対称である。したがって、基準方向と走査角 $\phi 1$ の特定の位置との間のなす角 $\phi 2$ を特定する必要がある。基準方向は、例えば、3次元計測が可能な距離範囲内においてデジタルカメラ3の光軸と交わるような方向に設定される。また、基準方向として、3次元計測ユニット4の本体ハウジングHTの基準面が用いられることもある。

【0051】

また、計測範囲EMについて、Z軸方向（奥行き方向）は、図5に示すように、最小距離 Z_{min} と最大距離 Z_{max} とによって規定される場合と、図6に示すように、基準位置までの距離 Z_{ref} と距離範囲 ΔZ とによって規定される場合とがある。

【0052】

図7において、デジタルカメラ3の撮像範囲EPは、3次元計測ユニット4の計測範囲EMによってカバーされている。この場合には、デジタルカメラ3によって得られる2次元画像の全てについて3次元データが得られる。また、2次元画像をファインダ上に表示した場合に、ファインダで見える画像の全てについて3次元データが得られることとなる。したがって、ユーザは、ファインダで見える部分については3次元データが得られることを確認しながら撮影を行うことができる。

【0053】

図8において、3次元計測ユニット4の計測範囲EMは、デジタルカメラ3の撮像範囲EPによってカバーされている。この場合には、3次元計測ユニット4によって得られる3次元データの全てについて2次元画像が得られる。したがって、得られた3次元データの全てに対して、2次元画像を貼りつけることができる。また、3次元データが必要最小限となるので、計測の処理が高速に行われる。この場合には、3次元データの計測範囲EMをファインダ内に表示することによって、計測範囲EMの確認が容易となる。

【0054】

図7および図8のいずれの場合においても、デジタルカメラ3または3次元計測ユニット4のいずれか一方、または両方を制御することができる。図7および図8のいずれとするかについて、ユーザによってモードの設定を行うように構成することができる。

【0055】

デジタルカメラ3の分解能（撮像分解能）は、エリアセンサ11の縦横の画素数 V_{pix} 、 H_{pix} 、またはそれと画角 θ_1 とによって決定される。電子的拡大処理または間引き処理などの画像処理（電子ズーム、解像度変換処理）によって分解能を増減させ、または増大させることも可能である。

【0056】

3次元計測ユニット4の分解能（計測分解能）は、計測ポイント数、またはそれと走査角 ϕ_1 とによって決定される。さらに詳しくは、例えば、TOF方式の

場合には、走査ミラー 37 の走査速度および投光部 31 のレーザの投光時間間隔などによる。光切断方式の場合には、上に述べたように第 1 のタイプではデータ取込み時間間隔により、第 2 のタイプではエリアセンサ 32 a の撮像面の画素数（補間処理が行われた場合は補間後の画素数）による。また、走査ミラー 37 の走査速度は、走査角 $\phi 1$ の決定に関係する。デジタルカメラ 3 の場合と同様に、電子的な解像度変換処理によって分解能を増減させることも可能である。

【0057】

また、デジタルカメラ 3 の撮像分解能と 3 次元計測ユニット 4 の計測分解能との関係についても、それらの撮影範囲の関係と同様に関係付けられる。

すなわち、図 7 および図 8 において、撮像範囲 EP と計測範囲 EM との重なる部分において、デジタルカメラ 3 の 2 次元画像の縦横の画素数 $V_{pix a}$ 、 $H_{pix a}$ よりも 3 次元計測ユニット 4 の縦横の計測ポイント数 $V_{pnt a}$ 、 $H_{pnt a}$ が大きいという関係か、または、その逆に、3 次元計測ユニット 4 の縦横の計測ポイント数 $V_{pnt b}$ 、 $H_{pnt b}$ よりもデジタルカメラ 3 の 2 次元画像の縦横の画素数 $V_{pix b}$ 、 $H_{pix b}$ が大きいという関係か、またはそれらが互いに等しいという関係のいずれかである。いずれの場合においても、画素数または計測ポイント数のいずれか一方、または両方を制御することができる。

【0058】

これら、撮影範囲 EP、EM および分解能を互いに通信するに当たり、その通信内容、つまりどのようなパラメータまたは物理量を送信するかという点を決定する必要がある。また、送信するパラメータまたは物理量を得るために、必要な情報を取得して適当な演算を行う必要がある。

【0059】

図 10 はデジタルカメラ 3 と 3 次元計測ユニット 4 との間における通信方法に関する種々のレベル T を説明する図である。

図 10 において、デジタルカメラ 3 では、焦点距離 f 、画素数、および画像処理による変倍率などの内部パラメータが、その構造に基づいて決定されているか、または設定可能である。3 次元計測ユニット 4 では、走査ミラー 37 による走査角 $\phi 1$ および計測ポイント数などの内部パラメータが、その構造に基づいて決

定されているか、または設定可能である。これらの間に、中間的なパラメータが存在する。どのようなパラメータを送信するかによって、種々のレベルT 1 ～ 5 が存在する。

【 0 0 6 0 】

また、通信の方法として、デジタルカメラ 3 から 3 次元計測ユニット 4 にパラメータを送信する方法と、その逆の方法とがある。前者はレベルT 1 ～ 5 に添字「a」を付し、後者は添字「b」を付して示してある。

【 0 0 6 1 】

例えば、レベルT 2 a では、デジタルカメラ 3 から 3 次元計測ユニット 4 に対して、焦点距離 f 、画素数、変倍率などの内部パラメータが送信される。それを受信した 3 次元計測ユニット 4 は、そのパラメータに基づいて、自らの動作条件を設定する。

【 0 0 6 2 】

また、レベルT 3 a では、デジタルカメラ 3 において、焦点距離 f 、画素数、変倍率などの内部パラメータに基づいて、自らの撮像範囲および撮像分解能を演算によって求め、求めた撮像範囲および撮像分解能を 3 次元計測ユニット 4 に送信する。

【 0 0 6 3 】

また、レベルT 4 a では、デジタルカメラ 3 において、3 次元計測ユニット 4 の計測範囲および計測分解能を演算によって求め、求めた計測範囲および計測分解能を 3 次元計測ユニット 4 に送信する。

【 0 0 6 4 】

また、レベルT 5 a では、デジタルカメラ 3 において、3 次元計測ユニット 4 の走査角 ϕ 1 および計測ポイント数などのパラメータを演算によって求め、求めたパラメータを 3 次元計測ユニット 4 に送信する。

【 0 0 6 5 】

また、例えばレベルT 3 b では、3 次元計測ユニット 4 において、走査角 ϕ 1 および計測ポイント数などの内部パラメータに基づいて、自らの計測範囲および計測分解能を演算によって求め、求めた計測範囲および計測分解能をデジタルカ

メラ 3 に送信する。

【 0 0 6 6 】

これらのいずれのレベル T で通信を行ってもよいが、撮影システム 1 の全体として通信のデータ量を低減させ、汎用性をもたせるために、レベル T 3 での通信が好ましい。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 乃至図 1 9 はデジタルカメラ 3 と 3 次元計測ユニット 4 との間で送受信される動作条件の例を示す図である。

これらの図において、デジタルカメラ 3 から 3 次元計測ユニット 4 に送信される動作条件を「C A」で、3 次元計測ユニット 4 からデジタルカメラ 3 に送信される動作条件を「C B」で、それぞれ示す。

【 0 0 6 8 】

また、動作条件の決定、取得、そのための演算、送信または受信などの処理は、デジタルカメラ 3 においては 2 次元制御部 2 0 が、3 次元計測ユニット 4 においては 3 次元制御部 4 0 が、それぞれ行っている。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 において、動作条件 C A 1 は、デジタルカメラ 3 における撮像開始信号であるリリース信号、撮像範囲、および撮像分解能である。動作条件 C B 1 は、計測結果データ、および必要な場合に計測原理を示すデータである。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 において、動作条件 C A 2 は、リリース信号である。動作条件 C B 2 は、計測結果データ、必要な場合に計測原理を示すデータ、計測範囲、および計測分解能である。

【 0 0 7 1 】

図 1 3 において、動作条件 C A 3 は、リリース信号、および、撮像範囲または撮像分解能のいずれかである。動作条件 C B 3 は、計測結果データ、計測範囲、または計測分解能のいずれかである。

【 0 0 7 2 】

図 1 4 において、動作条件 C A 4 は、リリース信号、および焦点距離などの 1

つまたは複数のパラメータである。動作条件 C B 4 は計測結果データである。

図 1 5 において、動作条件 C A 5 は、リリース信号である。動作条件 C B 6 は、計測結果データ、および走査角 $\phi 1$ などのパラメータである。

【 0 0 7 3 】

図 1 6 において、動作条件 C A 6 は、リリース信号、および、計測範囲または計測分解能などである。動作条件 C B 6 は計測結果データである。

図 1 7 において、動作条件 C A 7 はリリース信号である。動作条件 C B 7 は計測結果データ、および、撮像範囲または撮像分解能などである。

【 0 0 7 4 】

図 1 8 において、動作条件 C A 8 は、リリース信号、および走査角 $\phi 1$ などのパラメータである。動作条件 C B 8 は計測結果データである。

図 1 9 において、動作条件 C A 9 はリリース信号である。動作条件 C B 9 は計測結果データ、および焦点距離 f などのパラメータである。

【 0 0 7 5 】

これらの動作条件 C A, C B を選択することによって、上に述べたレベル T が決定される。動作条件 C A, C B を選択することによって、デジタルカメラ 3 または 3 次元計測ユニット 4 の制御の負担が異なり、したがってそれが価格に反映されることとなる。

【 0 0 7 6 】

例えば、デジタルカメラ 3 の価格を低く抑えたい場合には、デジタルカメラ 3 の 2 次元制御部 2 0 の負担が軽くなるような動作条件 C A, C B を選択すればよい。それは、例えば、2 次元制御部 2 0 での演算量が少なくなる動作条件である。また、オプションである 3 次元計測ユニット 4 の価格を低く抑えたい場合には、3 次元制御部 4 0 の負担が軽くなるような動作条件 C A, C B を選択すればよい。それは、例えば、3 次元制御部 4 0 での演算量が少なくなる動作条件である。

【 0 0 7 7 】

次に、撮影システム 1 の動作および操作について、以下に示す表示部 1 8 に表示される画面およびフローチャートに基づいて説明する。

なお、3次元計測ユニット4の計測方式、いずれの動作条件が基準となるか、および通信のレベルTなどに応じて、種々の実施例が考えられる。

【0078】

第1実施例では、3次元計測ユニット4が図2に示すTOF方式であり、デジタルカメラ3の動作条件CAが基準となり、通信はレベルT3aである。

第2実施例では、3次元計測ユニット4が図2に示すTOF方式であり、3次元計測ユニット4の動作条件CBが基準となり、通信はレベルT3bである。

【0079】

第3実施例では、3次元計測ユニット4が図3に示す光切断方式であり、デジタルカメラ3の動作条件CAが基準となり、通信はレベルT3aである。

第4実施例では、3次元計測ユニット4が図3に示す光切断方式であり、3次元計測ユニット4の動作条件CBが基準となり、通信はレベルT3bである。

〔第1および第3実施例〕

図20はメニュー画面HG1の例を示す図、図21は他のメニュー画面HG2の例を示す図、図22はデジタルカメラ3の2次元制御部20による制御内容を示すメインフローチャート、図23はデジタルカメラ3の3D処理のルーチンを示すフローチャート、図24は3次元計測ユニット4における計測の処理を示すフローチャートである。

【0080】

第1および第3実施例では、デジタルカメラ3の動作条件CAを基準として、3次元計測ユニット4の動作条件CBが設定される。その際に、撮像範囲EP、EMは、図7に示す関係となるように設定される。

【0081】

図22において、まず、各部のイニシャライズが行われ、3次元計測ユニット4への電源供給が開始される（#101）。次に、3次元計測ユニット4が装着されているか否かのチェックが行われる（#102）。例えば、3次元制御部40に所定の信号を送信し、所定時間内に返信があるか否かによってチェックされる。チェックが行われた後、互いのスペック情報の交信を行う。

【0082】

なお、3次元計測ユニット4の着脱状態と連動して動作するスイッチまたはセンサを設け、そのスイッチまたはセンサの状態を検出するようにしてもよいが、3次元制御部40との交信によるチェックの方が確実である。

【0083】

3次元計測ユニット4が装着されているか否かに応じて（#103）、表示部18にメニュー画面HG1またはHG2のいずれかが表示される。

図20に示すように、メニュー画面HG1は、3次元計測ユニット4が非装着状態での初期メニューであり、2次元撮像に関するモードのみが表示される。

【0084】

図21に示すように、メニュー画面HG2は、3次元計測ユニット4が装着状態での初期メニューであり、メニュー画面HG1で表示されるモードに加えて、3次元計測に関するモードが表示される。

【0085】

これらの画面HG1、2について、操作部17の上下左右ボタンを操作していずれかのモードを選択し、その状態で操作部17の確定ボタンを操作することにより、そのモードが実際に選択される。次に、各モードの説明を行う。

【0086】

画像再生モードでは、記録された2次元画像を読み出し、表示部18に表示する。表示される画像を切替えて、そのときに表示されている画像を削除することも可能である。

【0087】

撮影モードでは、通常のデジタルカメラと同様に2次元画像を撮影する。

3D再生モードでは、記録された3次元データおよび計測結果データを読み出し、それを表示部18に表示する。このとき、例えば、距離を濃淡に変換して表示するようにすればよい。また、3次元データを、それに対応する2次元画像と並べて表示してもよいし、重ねて表示するようにしてもよい。

【0088】

計測モード（測定モード）では、ファインダー表示される画面の全部または一部について、3次元計測ユニット4による3次元計測を行う。

そして、メニュー画面HG 1, 2で選択されたモードに応じて、各モードの処理ルーチンへ進む（# 1 0 6 ~ 1 0 9）。

【 0 0 8 9 】

これらの処理ルーチンが終了すると、メニュー画面HG 1, 2を表示するステップに戻る。

図 2 3 に示すように、3 D 処理において、デジタルカメラ 3 は、被写体（対象物）の撮影を行い、撮影した 2 次元画像を表示部 1 8 にファインダー表示する（# 2 0 1）。撮影を繰り返し、表示を更新することにより動画表示となる。ユーザは、このファインダー表示を見ながら計測範囲を設定することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、表示部 1 8 に表示される画像は撮影された 2 次元画像であるが、その焦点の調節は、本実施形態では 3 次元計測ユニット 4 で計測された計測結果データに基づいて行われる。これは、デジタルカメラ 3 に内蔵されている測距部 1 6 の測定よりも高精度であるからである。

【 0 0 9 1 】

操作部 1 7 のズームボタン（TELE または WIDE）が操作されると（# 2 0 2）、その方向に応じてレンズ制御部 1 4 に制御信号が送られ、ズーム制御が行われる（# 2 0 3）。

【 0 0 9 2 】

リリースボタンの操作がチェックされ、その操作がない場合には（# 2 0 4 でノー）、ステップ # 2 0 1 に戻ってファインダー画像を更新する。

リリースボタンの操作があると（# 2 0 4 でイエス）、デジタルカメラ 3 の撮像の各パラメータから、撮像範囲 EP および撮像分解能を特定する（# 2 0 5）。

【 0 0 9 3 】

なお、このときに特定される撮像範囲 EP は、デジタルカメラ 3 の光軸の方向、エリアセンサ 1 1 の大きさ、およびレンズ群 1 3 の焦点距離 f により決定される。デジタルカメラ 3 がズーム機能を持っている場合は、ズーム操作で変更された結果の焦点距離であり、ズーム機能を持っていない場合はその固定の焦点距離

f から求められる。また、デジタルカメラ 3 に電子ズーム機能が搭載されている場合は、電子ズームの倍率をふまえて撮像範囲 E P が求められる。撮像分解能はエリアセンサ 1 1 の画素数から求められる。

【0 0 9 4】

そして、デジタルカメラ 3 から 3 次元計測ユニット 4 へ、動作条件 C A を示す情報を送信する（# 2 0 6）。ここでの例では、動作条件 C A は、リリース信号（計測開始信号）、撮像範囲 E P、および撮像分解能である。

【0 0 9 5】

次に、2 次元画像の撮影を行う（# 2 0 7）。撮影された 2 次元画像は、後のステップ # 2 1 1 において 3 次元データと対応付けて記録される。また、2 次元画像は、上で述べたように、ステップ # 2 0 9 において、また 3 次元の再生モード時に 3 次元データとともに表示する際に使用される。

【0 0 9 6】

ステップ # 2 0 6 においてリリース信号が 3 次元計測ユニット 4 に送信されると、3 次元計測ユニット 4 の 3 次元制御部 4 0 の制御によって計測が行われ、その計測結果がデジタルカメラ 3 に入力される（# 2 0 8）。

【0 0 9 7】

そして、入力された計測結果が表示部 1 8 に表示される（# 2 0 9）。このときに、ステップ # 2 0 7 で撮影した 2 次元画像が、同時に、並べてまたは重ねて表示される。これによって、どのような被写体について計測が行われたかが容易に確認できる。

【0 0 9 8】

なお、計測ポイントを 2 次元画像に重ねて表示するようにしてもよい。3 次元計測の結果である 3 次元データは、距離を濃淡で表現した画像で表示される。

ここで、「OK」および「キャンセル」のボタンが表示部 1 8 の画面内に表示され、ユーザからの入力待ちになる（# 2 1 0）。

【0 0 9 9】

ユーザは、その表示を見て、上下左右ボタンおよび確認ボタンを操作し、OK またはキャンセルを入力する。OK を入力すると、計測結果が記録される（# 2

11)。これと同時に、2次元画像、計測ポイントの座標、使用した3次元計測ユニット4の動作条件、その他のスペック、および、日時、操作者などの書誌事項も、計測結果と対応付けて記録される。

【0100】

メインメニューに戻るかまたは計測を継続するかがユーザに問い合わせられる(#212)。メインメニューに戻る旨の入力があると、メニュー画面HG2に戻る。計測を継続する旨の入力があると、ステップ#201へ戻る。

【0101】

図24に示す計測の処理は、3次元計測ユニット4がデジタルカメラ3からリリース信号を受けることにより実行される。

まず、上のステップ#206により送られてくる動作条件CAの情報を受信する(#301)。受信した撮像範囲および撮像分解能に基づいて、3次元計測ユニット4の計測範囲および計測分解能を求める(#302)。このとき、図7に示す関係で計測範囲および計測分解能が決定される。

【0102】

次に、3次元計測ユニット4の各部のパラメータを求め、設定する(#303)。決定された計測範囲および計測間隔に基づいて、次に示す各部のパラメータが求められ、設定される。

【0103】

第1実施例では、計測範囲として、計測の基準方向および走査ミラー37の走査角が設定される。計測分解能として、走査ミラー37の走査速度、計測時間間隔である投光部31のレーザの投光時間間隔、および、計測ポイント数である発光数が設定される。

【0104】

第3実施例では、計測範囲として、計測の基準方向、走査ミラー37の走査角、走査速度、およびレンズ群38の焦点距離(ズーム段)が設定される。計測分解能として、走査ミラー37の走査速度、計測時間間隔であるエリアセンサ32aからのデータ取込み時間間隔(第1のタイプの場合)、エリアセンサ32aの縦横の画素数または補間処理の結果得られた画素数(第2のタイプの場合)、お

よび、計測ポイント数であるエリアセンサ 3 2 a からのデータ取込み数が設定される。

【0 1 0 5】

設定した計測点に対して計測が行われ（# 3 0 4）、計測結果がデジタルカメラ 3 に送信される（# 3 0 5）。

第 1 および第 3 実施例では、デジタルカメラ 3 は、3 次元計測ユニット 4 の仕様に関係なく動作条件 C A を決定することができる。

〔第 2 および第 4 実施例〕

図 2 5 はデジタルカメラ 3 の 3 D 処理のルーチンを示すフローチャート、図 2 6 は 3 次元計測ユニット 4 における計測の処理を示すフローチャートである。

【0 1 0 6】

第 2 および第 4 実施例では、3 次元計測ユニット 4 の動作条件 C B を基準として、デジタルカメラ 3 の動作条件 C A が設定される。その際に、撮像範囲 E P, E M は、図 8 に示す関係となるように設定される。メインフローチャートは図 2 2 と同じである。メニュー画面 H G 2 で計測モードが選択されると、図 2 5 に示すフローチャートが実行される。

【0 1 0 7】

図 2 5 において、3 次元計測ユニット 4 から送信される動作条件 C B の情報、つまり計測範囲および計測分解能を示す情報を受信する（# 4 0 1）。

計測範囲を表す情報は次のとおりである。

【0 1 0 8】

第 2 実施例では、計測の基準方向、計測可能な最小距離 Z_{min} と最大距離 Z_{max} 、および走査角 $\phi 1$ である。第 4 実施例では、計測の基準方向、基準位置までの距離 Z_{ref} と距離範囲 ΔZ 、および走査角 $\phi 1$ である。

【0 1 0 9】

計測分解能を表す情報は次のとおりである。

第 2 実施例では、縦横の各方向の計測ポイント数である。第 4 実施例では、エリアセンサ 3 2 a からのデータ取込み時間間隔（第 1 のタイプの場合）、エリアセンサ 3 2 a の縦横の画素数または補間処理の結果得られた画素数（第 2 のタイ

プの場合)である。

【0 1 1 0】

受信した動作条件CBに基づいて、図8に示す関係でデジタルカメラ3の撮像範囲および撮像分解能を算出する(#402)。

算出された撮像範囲および撮像分解能に基づいて、デジタルカメラ3の画像処理における解像度変換処理、およびレンズ群13の焦点距離 f などの撮像パラメータを算出し、設定する(#403)。

【0 1 1 1】

ステップ#404および405は、図23のステップ#201および204と同じである。ステップ#406では、リリース操作があったときに、3次元計測ユニット4へリリース信号を送信する。ステップ#407～412は、図23のステップ#206～211と同様である。

【0 1 1 2】

図26に示す計測の処理は、3次元計測ユニット4がデジタルカメラ3からリリース信号を受けることにより実行される。

3次元計測ユニット4の計測範囲および計測分解能を、各部のパラメータに基づき特定する(#501)。3次元計測ユニット4の動作条件CBとして、計測範囲および計測分解能を表す情報をデジタルカメラ3に送信する(#502)。ここで送信する情報は、上のステップ#401で受信する情報と同じである。

【0 1 1 3】

第2および第4実施例では、3次元計測ユニット4は、デジタルカメラ3の仕様に関係なく動作条件CBを決定することができる。

次に、上に述べた第1～第4実施例に対する変形例(1)～(10)について説明する。

(1) デジタルカメラ3の撮像範囲EPおよび撮像分解能、並びに3次元計測ユニット4の計測分解能を固定とする。3次元計測ユニット4の計測範囲EMのみを可変とする。

【0 1 1 4】

この場合は、デジタルカメラ3の撮像範囲EPを通信し、分解能については通

信しない。デジタルカメラ3の撮像範囲EPに応じて、3次元計測ユニット4の計測範囲EMを設定する。

【0115】

この場合には、上のフローチャートのステップ#205において、リリース操作があると、デジタルカメラ3の各撮像パラメータによって撮像範囲EPを特定する。ステップ#206において、リリース操作があると、3次元計測ユニット4へ、リリース信号とともにデジタルカメラ3の撮像範囲EPを表す情報を送信する。

【0116】

ステップ#301において、リリース信号とともに送られてくる撮像範囲EPを受信し、ステップ#302において、3次元計測ユニット4の各部のパラメータを求め、設定する。受信された撮像範囲EPの情報に基づいて、図7に示す関係で計測範囲EMが決定される。ステップ#303において、決定された計測範囲EMに基づいて、3次元計測ユニット4の計測範囲EMに関連する各パラメータが求められ、設定される。その他のパラメータには所定の値が設定される。

(2) デジタルカメラ3の撮像範囲EPのみが可変である。デジタルカメラ3の分解能、並びに3次元計測ユニット4の計測範囲EMおよび分解能は固定である。

【0117】

3次元計測ユニット4の計測範囲EMを通信し、分解能については通信しない。3次元計測ユニット4の計測範囲EMに応じて、デジタルカメラ3の撮像範囲EPを設定する。

【0118】

この場合には、ステップ#401において、3次元計測ユニット4から送信される計測範囲EMを受信する。ステップ#402において、受信された計測範囲EMに基づいて、図8に示す関係でデジタルカメラ3の撮像範囲EPを算出する。ステップ#403において、決定された撮像範囲EPに基づいて、撮像範囲EPに関連する撮像レンズ（レンズ群13）の焦点距離 f などの各パラメータが求められ、設定される。その他のパラメータには所定の値が設定される。

【0119】

ステップ#501において、3次元計測ユニット4の各パラメータより計測範囲EMを特定する。ステップ#502において、デジタルカメラ3へ計測範囲EMの情報を送信する。

(3) 上の変形例(1)についての変形例である。動作条件として、撮影分解能のみを通信し、撮影範囲については通信しない。この場合には、例えば、ステップ#205において撮像分解能を特定し、ステップ#206においてリリース信号および撮像分解能を送信する。また、ステップ#301において撮像分解能を受信し、ステップ#302において計測分解能を算出する。

(4) 上の変形例(2)についての変形例である。動作条件として、撮影分解能のみを通信し、撮影範囲については通信しない。この場合には、例えば、ステップ#401において計測分解能のみを受信し、ステップ#402において撮像分解能を算出する。ステップ#501において計測分解能を特定し、ステップ#502において計測分解能を送信する。

(5) デジタルカメラ3から3次元計測ユニット4に送信される情報が、撮像範囲EP、撮像分解能のいずれかまたは両方を特定するために必要なパラメータであり、デジタルカメラ3の撮像範囲EP、撮像分解能のいずれかまたは両方を3次元計測ユニット4において特定してもよい。

【0120】

この場合には、例えば、ステップ#205を省略し、ステップ#206において、動作条件として撮像パラメータを送信する。また、ステップ#301において、動作条件として撮像パラメータを受信し、それに基づいて撮像範囲EPおよび/または撮像分解能を特定する。

(6) 3次元計測ユニット4からデジタルカメラ3に送信される情報が、計測範囲EM、計測分解能のいずれかまたは両方を特定するために必要なパラメータであり、3次元計測ユニット4の計測範囲EM、計測分解能のいずれかまたは両方をデジタルカメラ3において特定してもよい。

【0121】

この場合には、例えば、ステップ#401において、動作条件として撮像パラ

メータを受信し、ステップ#402において、それに基づいて計測範囲EMおよび/または計測分解能を特定し、撮像分解能を算出する。また、ステップ#501を省略し、ステップ#502において、動作条件として計測パラメータを送信する。

(7) デジタルカメラ3において、計測範囲EMおよび計測分解能のいずれかまたは両方を算出し、デジタルカメラ3から3次元計測ユニット4に送信される情報が計測範囲EM、計測分解能のいずれかまたは両方のそれ自体であってもよい。

【0122】

この場合には、例えば、ステップ#205において、特定した撮像範囲EPおよび撮像分解能から計測範囲EMおよび計測分解能を算出し、ステップ#206において、動作条件として、算出した計測範囲EMおよび計測分解能を送信する。また、ステップ#301において、計測範囲EMおよび計測分解能を受信し、ステップ#302を省略する。

(8) 3次元計測ユニット4において、撮像範囲EPまたは撮像分解能のいずれかまたは両方を特定し、3次元計測ユニット4からデジタルカメラ3に送信される情報が撮像範囲EP、撮像分解能のいずれかまたは両方のそれ自体であってもよい。

【0123】

この場合には、例えば、ステップ#401において、動作条件として撮像範囲EPおよび撮像分解能を受信し、ステップ#402を省略する。また、ステップ#501において、特定した計測範囲EMおよび計測分解能から撮像範囲EPおよび撮像分解能を算出し、ステップ#502において、動作条件として、算出した撮像範囲EPおよび撮像分解能を送信する。

(9) デジタルカメラ3において、計測範囲EMまたは計測分解能のいずれかまたは両方を特定し、デジタルカメラ3から3次元計測ユニット4に送信される情報が計測範囲EMまたは計測分解能のいずれかまたは両方から得られる各パラメータであってもよい。

【0124】

この場合には、例えば、ステップ# 2 0 5において、特定した撮像範囲E Pおよび撮像分解能から計測範囲E Mおよび計測分解能を算出し、さらにそれらから計測パラメータを算出する。ステップ# 2 0 6において、動作条件として、算出した計測パラメータを送信する。また、ステップ# 3 0 1において、動作条件として計測パラメータを受信し、ステップ# 3 0 2を省略する。

(1 0) 3次元計測ユニット4において、撮像範囲E Pまたは撮像分解能のいずれかまたは両方を特定し、3次元計測ユニット4からデジタルカメラ3に送信される情報が撮像範囲E P、撮像分解能のいずれかまたは両方から得られる各パラメータであってもよい。

【0 1 2 5】

この場合には、例えば、ステップ# 4 0 1において、動作条件として撮像パラメータを受信し、ステップ# 4 0 2を省略する。また、ステップ# 5 0 1において、特定した計測範囲E Mおよび計測分解能から撮像範囲E Pおよび撮像分解能を算出し、さらにそれらから撮像パラメータを算出する。ステップ# 5 0 2において、動作条件として、算出した撮像パラメータを送信する。

【0 1 2 6】

上の変形例において、動作条件の一部を固定とすることにより、送信する情報を低減することができ、それだけ通信が高速で行われ、低コストとなる。

また、図1 0に示す通信のレベルTとの関係では、変形例(1) (3)がレベルT 3 a、変形例(2) (4)がレベルT 3 b、変形例(5)がレベルT 2 a、変形例(6)がレベルT 4 b、変形例(7)がレベルT 4 a、変形例(8)がレベルT 2 b、変形例(9)がレベルT 5 a、変形例(1 0)がレベルT 1 bである。

【0 1 2 7】

さらに他の変形例(1 1) ~ (1 7)を説明する。

(1 1) 3次元計測ユニット4に操作部を設け、3次元計測ユニット4のレリーズを3次元計測ユニット4において行ってもよい。

(1 2) 3次元計測ユニット4に記憶部を設け、計測結果データをその記憶部に記憶するようにしてもよい。

(13) 3次元計測ユニット4の計測原理として、TOF方式または光切断方式以外のものであってもよい。例えば、パターン投影方式、ステレオ撮像方式であってもよい。

(14) デジタルカメラ3において、3次元データおよび2次元画像を記録部15に記録する際に、計測範囲EM、計測分解能、撮像範囲EP、撮像分解能のいずれかまたは複数を記録し、図示しない演算装置において2次元画像と3次元データとを貼り合わせる際に、記録部15に記録された情報を用いる。

(15) 3次元計測ユニット4から送られてくる計測範囲EMに基づいて、デジタルカメラ3の表示部18の2次元画像上に計測範囲EMを表示する。

(16) 3次元計測ユニット4から送られてくる計測結果に基づいて、デジタルカメラ3の表示部18の2次元画像上に計測結果データを表示する。

(17) デジタルカメラ3の操作部17および表示部18において指定された計測範囲EMを3次元計測ユニット4に送信し、指定された計測範囲EMで計測を行う。

【0128】

なお、上の変形例(15)～(17)では、3次元計測ユニット4とデジタルカメラ3とが一体となる構成であってもよい。また、上に示した変形例は、互いに適当に組み合わせることが可能である。

【0129】

次に、3次元計測ユニット4における計測範囲EMの表示方法、およびその変更方法などについて説明する。

図27は表示部18における範囲枠Wの表示状態を示す図、図28および図29は範囲枠Wの大きさを算出する原理を示す図である。

【0130】

図27において、デジタルカメラ3の表示部18の表示面HGに、複数の範囲枠W1～nが表示されている。これら範囲枠W1～nは、計測範囲EMをZ軸方向(奥行き方向)の距離L1～n毎に示したものである。各範囲枠Wの右下方に、それぞれの距離Lが数値で表示される。

【0131】

表示面HGには、デジタルカメラ3で撮像される2次元画像が画面一杯に表示される。表示面HGの縦寸法、つまり上端縁と下端縁との間の距離が X_s で示されている。

【0132】

各範囲枠Wの上辺は、表示面HGの上端縁から距離 X_a だけ離れた位置にあり、下辺は上端縁から距離 X_b だけ離れた位置にある。各範囲枠Wの右辺は、表示面HGの右端縁から距離 Y_a だけ離れた位置にあり、左辺は右端縁から距離 Y_b だけ離れた位置にある。

【0133】

図28において、デジタルカメラ3の撮像範囲EPおよび3次元計測ユニット4の計測範囲EMが示されている。撮像範囲EPは画角 θ_a によって、計測範囲EMは走査角 ϕ_a によって、それぞれ表されている。

【0134】

各距離 $L_1 \sim n$ は、撮影システム1の基準点からの距離である。最大の距離 L_1 は図5の最大距離 Z_{max} に対応し、最小の距離 L_n は図5の最小距離 Z_{min} に対応する。

【0135】

まず、撮像範囲EPと計測範囲EMとの重なり部分に注目する。最大の距離 L_1 における重なり部分の両端の点 A_1 、 B_1 と、デジタルカメラ3の画角 θ_1 の基準点つまりレンズ群13の主点（前側主点）とを直線で結び、それぞれ線分 A_1' 、 B_1' とする。2つの線分 A_1' 、 B_1' で挟まれる範囲が、距離 L_1 における撮像範囲EP内での計測範囲EMである。

【0136】

同様にして、各距離 L_2 、 L_3 、 \dots 、 L_n について、点 A_2 、 B_2 …および線分 A_2' 、 B_2' …を求める。それらの線分が図29に示されている。

すなわち、図29には、デジタルカメラ3の撮像範囲EPについて、上で求めた線分 A_1' 、 B_1' …が示されている。撮像範囲EPの上端縁と各線分 A_1' 、 B_1' 、 A_2' 、 B_2' … A_n' 、 B_n' とのなす角が、 θ_{a1} 、 θ_{b1} 、 θ_{a2} 、 θ_{b2} … θ_{an} 、 θ_{bn} である。

【0137】

このような線分を、上下方向（縦方向）のみでなく、左右方向（横方向）についても求める。

ここで、距離 $L_1 \sim n$ 、角 $\theta_{a1} \sim n$ 、 $\theta_{b1} \sim n$ を、距離 L_m 、角 θ_{am} 、 θ_{bm} で表す。 m は $1 \sim n$ の整数である。

【0138】

さて、これら θ_{am} 、 θ_{bm} を用いて、図 27 に示す上下方向の長さ X_{am} 、 X_{bm} が次のようにして求められる。

$$X_{am} = X_s \times (\theta_{am} / \theta_a)$$

$$X_{bm} = X_s \times (\theta_{bm} / \theta_a)$$

但し、 m は $1 \sim n$ の整数である。

【0139】

同様にして、左右方向の長さ Y_{am} 、 Y_{bm} が得られる。得られた長さ X_{am} 、 X_{bm} 、 Y_{am} 、 Y_{bm} に基づいて、表示面 HG に範囲枠 W が表示される。なお、それらの長さは、表示の制御に当たって、適宜、表示面 HG 上のアドレスまたは画素数などに変換される。

【0140】

上の例では、表示面 HG に線状の範囲枠 W を表示したが、これに代えて、範囲枠 W を表示することなく、デジタルカメラ 3 によって撮像された 2 次元画像を範囲枠 W 毎に濃淡を異ならせて表示してもよい。

【0141】

また、3 次元計測ユニット 4 による予備計測の結果、またはデジタルカメラ 3 の測距部 16 による測定結果に基づいて、被写体の存在する距離またはその周辺の距離のみ（つまりデジタルカメラ 3 のピントの合った距離のみ）における範囲枠 W 、または範囲枠 W に代わる濃淡画像を表示してもよい。

【0142】

このように、範囲枠 W またはそれに代わる濃淡画像などを表示することによって、ユーザは 3 次元計測ユニット 4 によって計測される範囲を容易に知ることができる。したがって、撮影システム 1 を用いて、所望の 3 次元データおよび 2 次

元画像を容易に得ることができる。

【 0 1 4 3 】

上に述べた範囲枠Wは、撮影システム1においてデフォルト値として設定された撮像範囲EPおよび計測範囲EMに基づいて決定されたものである。撮影システム1では、ユーザが計測範囲EMを変更することが可能である。

【 0 1 4 4 】

図30は変更後の範囲枠Wの例を示す図、図31はファインダー表示処理を示すフローチャートである。

図31のフローチャートは、図23に示すステップ#201のサブルーチンの一部として実行され、この処理の中で計測範囲EMの変更が行われる。

【 0 1 4 5 】

図31において、ユーザが操作部17を操作し、計測範囲EMの指定を行う旨を入力すると(#1001)、範囲枠Wを選択することが可能な状態となる。そこで、カーソルおよび確定用のボタンを操作して変更したい1つの範囲枠Wを選択する(#1002)。選択された範囲枠Wは点滅表示する(#1003)。ユーザは、カーソルを操作し、選択した範囲枠Wまたはその辺を上下左右に移動させ、所望の位置に持って行く。このとき、選択した範囲枠W以外の範囲枠Wも同様に移動する。そして、範囲枠Wを確定させる。

【 0 1 4 6 】

これによって、例えば図30に示すように、変更後の計測範囲EMを示す範囲枠W'の大きさおよび位置が確定する。

確定した範囲枠W'に対応して、変更後の計測範囲EMが算出される(#1004)。この算出は、計測範囲EMから範囲枠Wを求めたのと逆の演算によって行われる。

【 0 1 4 7 】

指定された範囲枠Wの変更が終了し(#1005でイエス)、ユーザの操作によって計測範囲EMの指定を終了する旨の入力があると(#1006でイエス)、処理は終了する。

【 0 1 4 8 】

その後、指定された計測範囲EMを表す状態が3次元計測ユニット4に送信される。3次元計測ユニット4では、受信した計測範囲EMに基づいてパラメータを設定し、計測を実行する。

【0149】

このように、ユーザによって計測範囲EMの指定、変更、確認を行うことができるので、ユーザの所望する3次元データおよび2次元画像を得易い。

次に、計測によって得られた3次元データの表示方法について説明する。

【0150】

図32および図33は被写体の3次元データと2次元画像との関係を示す図、図34は図33の被写体を表示部18に表示した例を示す図である。

上にも述べたように、3次元データは、表示部18に、白黒の濃淡画像として表示される。

【0151】

図32において、3次元データは、被写体Q1の表面の各点について、その各点までの距離 L_m と角度 ϕ_m により表現される。3次元計測ユニット4の計測原点とデジタルカメラ3の基準点との間の距離 d によって、各計測結果の2次元画像での視線方向 θ_m を算出する。左右方向についても同様に算出する。

【0152】

図33において、算出された視線方向 θ_m および2次元画像の画角 θ_a から、2次元画像の各点における3次元データ Z_m を、2次元画像上に白黒の濃淡画像で表示する。なお、表示される3次元データは、デジタルカメラ3からの距離 T_m 、または3次元計測ユニット4からの距離 L_m のいずれに基づいてもよい。

【0153】

図34において、表示部18の表示面HGに、被写体Q1、Q2が表示されるが、計測範囲EMに入る部分は濃淡画像FBにより表示され、それ以外の部分はカラー画像FCにより表示される。

【0154】

このように、表示部18に2次元画像および3次元データを表示することにより、計測を行った後にその結果をユーザがすぐに確認することができる。したが

って、もし、計測された 3 次元データが所望のものでなかった場合に、直ちに計測しなおして所望の 3 次元データを得るようにすることが可能である。

【0 1 5 5】

上の実施形態によると、デジタルカメラ 3 に対して 3 次元計測ユニット 4 が着脱可能であり、3 次元計測ユニット 4 を装着した場合には、3 次元計測ユニット 4 による 3 次元計測の結果を用いて 2 次元画像の撮影のための自動焦点制御を行うことができる。したがって、自動焦点制御を高精度に行える。

【0 1 5 6】

また、3 次元計測ユニット 4 を装着しない場合には、デジタルカメラ 3 に内蔵した測距部 1 6 を用いて、または他の焦点状態検出手段を用いて、従来通りの自動焦点制御を行うことができる。

【0 1 5 7】

上記実施例では、3 次元計測ユニットが取り付けられている場合は測距部 1 6 が動作しないように構成されているが、次のように構成してもよい。つまり、測距部 1 6 を動作させてその測距情報を 3 次元計測ユニットに送信し、3 次元計測ユニットでは、その測距結果に基づいて測定条件（例えば測定範囲、レーザ強度など）を設定するように構成する。

【0 1 5 8】

その他、デジタルカメラ 3、3 次元計測ユニット 4、撮影システム 1 の全体または各部の構造、形状、個数、材質、処理内容、処理順序、処理タイミングなどは、本発明の趣旨に沿って上述した以外の種々のものとすることができる。

【0 1 5 9】

【発明の効果】

本発明によると、2 次元データの撮影と 3 次元データの撮影との両方を行うことが可能であり、3 次元計測の計測範囲を容易に確認することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る撮影システムの概略の構成を示す図である。

【図 2】

T O F 方式の投光受光部の例を示す図である。

【図 3】

光切断方式の投光受光部の例を示す図である。

【図 4】

デジタルカメラの撮像範囲を説明する図である。

【図 5】

3 次元計測ユニットの計測範囲を説明する図である。

【図 6】

3 次元計測ユニットの計測範囲を説明する図である。

【図 7】

撮像範囲を計測範囲がカバーするように設定された状態の図である。

【図 8】

撮像範囲によって計測範囲がカバーされるように設定された状態を示す図である。

【図 9】

エリアセンサの撮像面を示す図である。

【図 1 0】

通信方法に関する種々のレベルを説明する図である。

【図 1 1】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 2】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 3】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 4】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 5】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 6】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 7】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 8】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 1 9】

送受信される動作条件の例を示す図である。

【図 2 0】

メニュー画面の例を示す図である。

【図 2 1】

他のメニュー画面の例を示す図である。

【図 2 2】

デジタルカメラの制御内容を示すメインフローチャートである。

【図 2 3】

デジタルカメラの 3 D 処理のルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 4】

3 次元計測ユニットにおける計測の処理を示すフローチャートである。

【図 2 5】

デジタルカメラの 3 D 処理のルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 6】

3 次元計測ユニットにおける計測の処理を示すフローチャートである。

【図 2 7】

表示部における範囲枠の表示状態を示す図である。

【図 2 8】

範囲枠の大きさを算出する原理を示す図である。

【図 2 9】

範囲枠の大きさを算出する原理を示す図である。

【図 3 0】

変更後の範囲の例を示す図である。

【図 3 1】

ファインダー表示処理を示すフローチャートである。

【図 3 2】

被写体の 3 次元データと 2 次元画像との関係を示す図である。

【図 3 3】

被写体の 3 次元データと 2 次元画像との関係を示す図である。

【図 3 4】

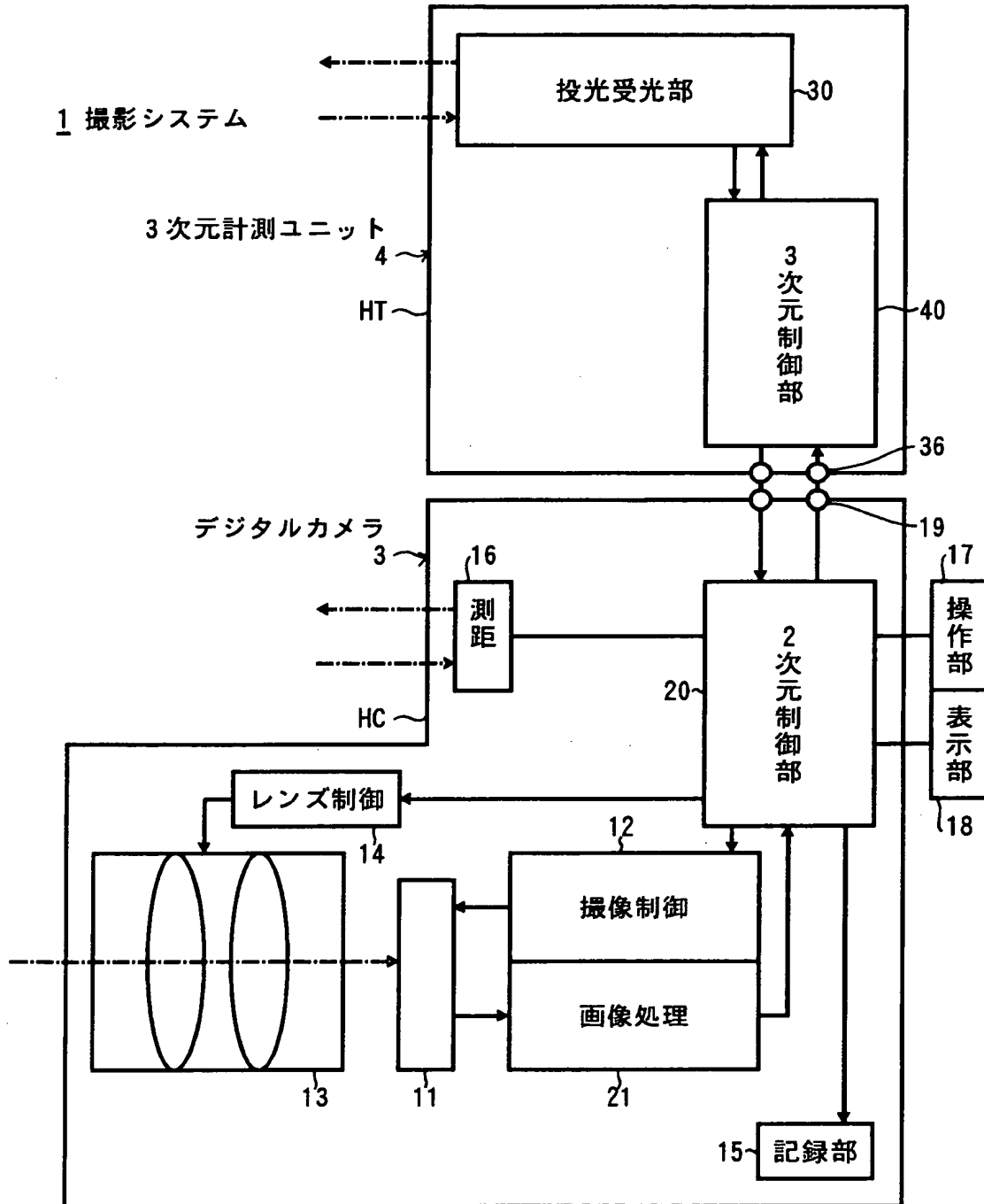
図 3 3 の被写体を表示部に表示した例を示す図である。

【符号の説明】

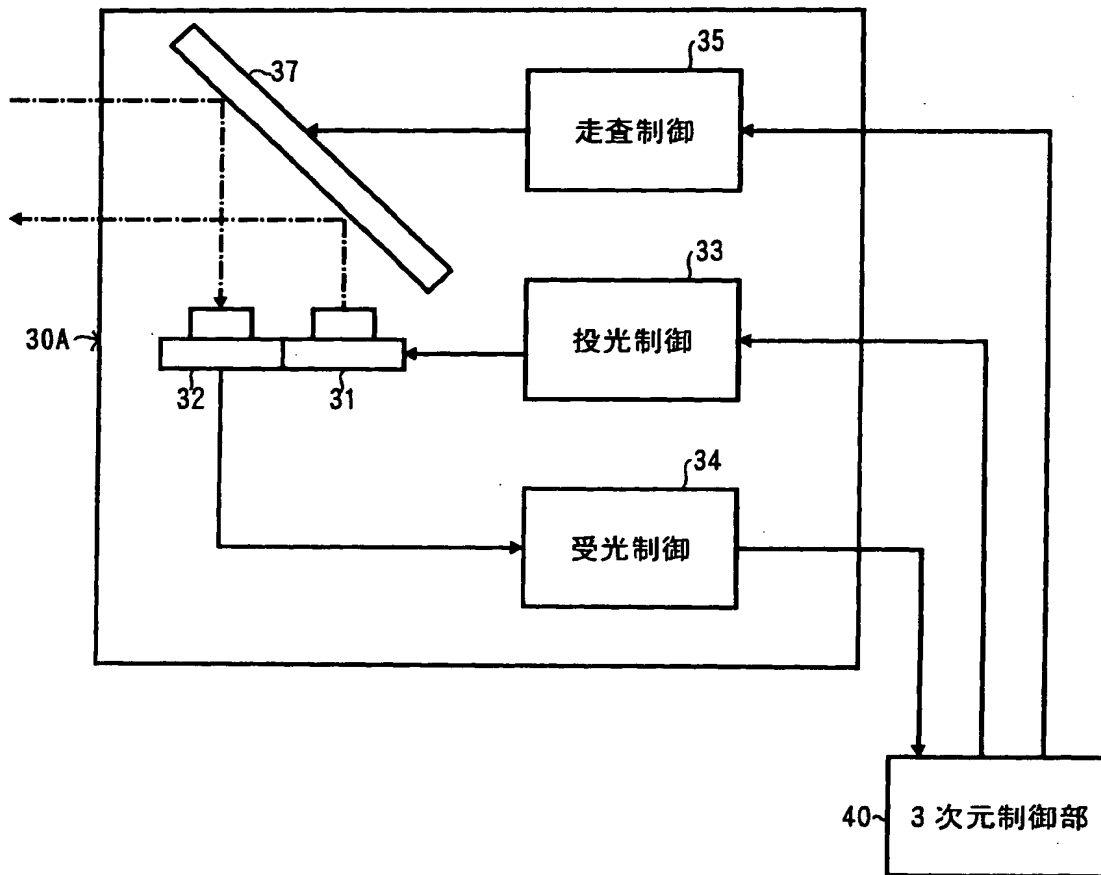
- 1 撮影システム
- 3 デジタルカメラ（2 次元撮像装置）
- 4 3 次元計測ユニット（3 次元計測装置）
- 1 7 操作部（指定手段）
- 1 8 表示部
- 2 0 2 次元制御部（表示制御部、送信手段）
- W 範囲枠（範囲情報）

【書類名】 図面

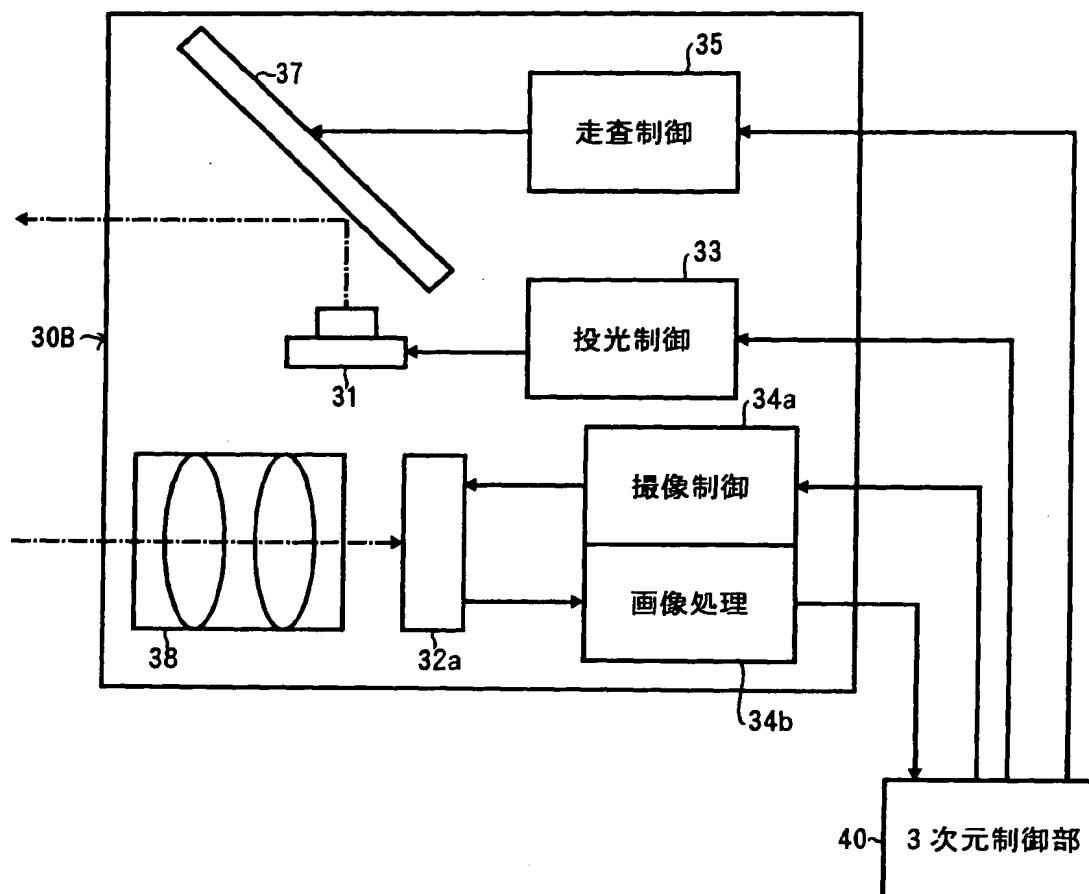
【図 1】



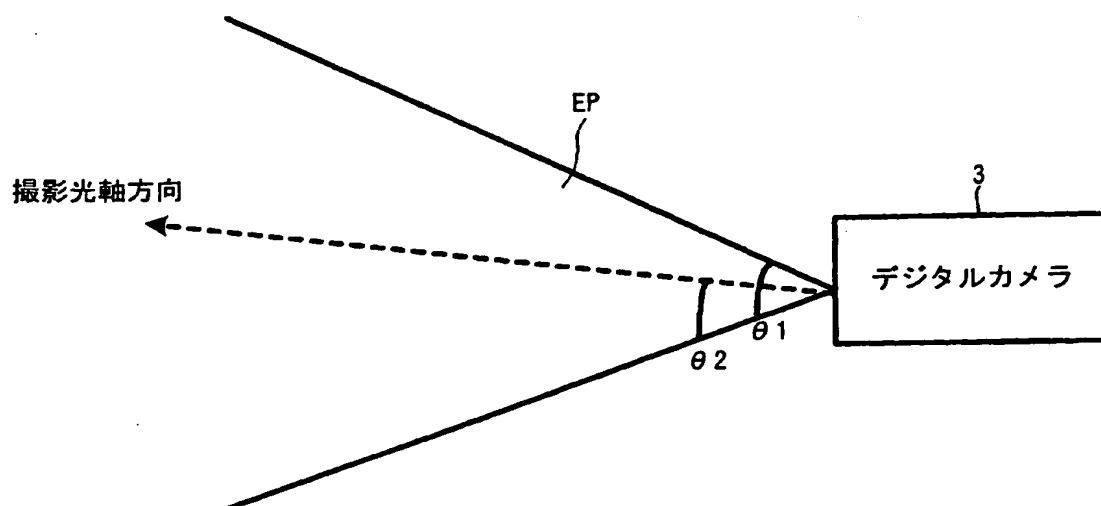
【図 2】



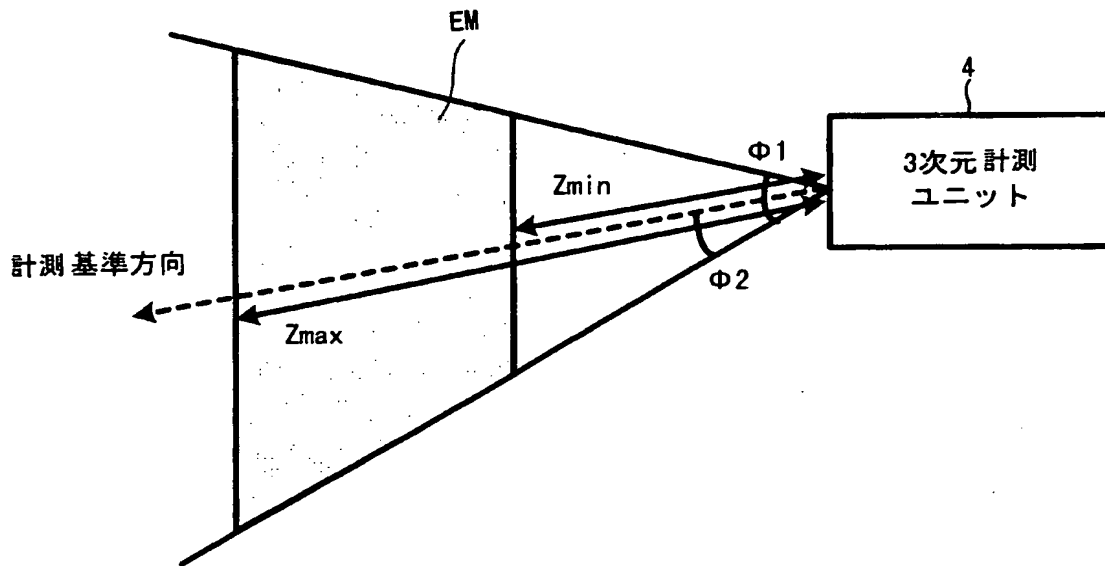
【図 3】



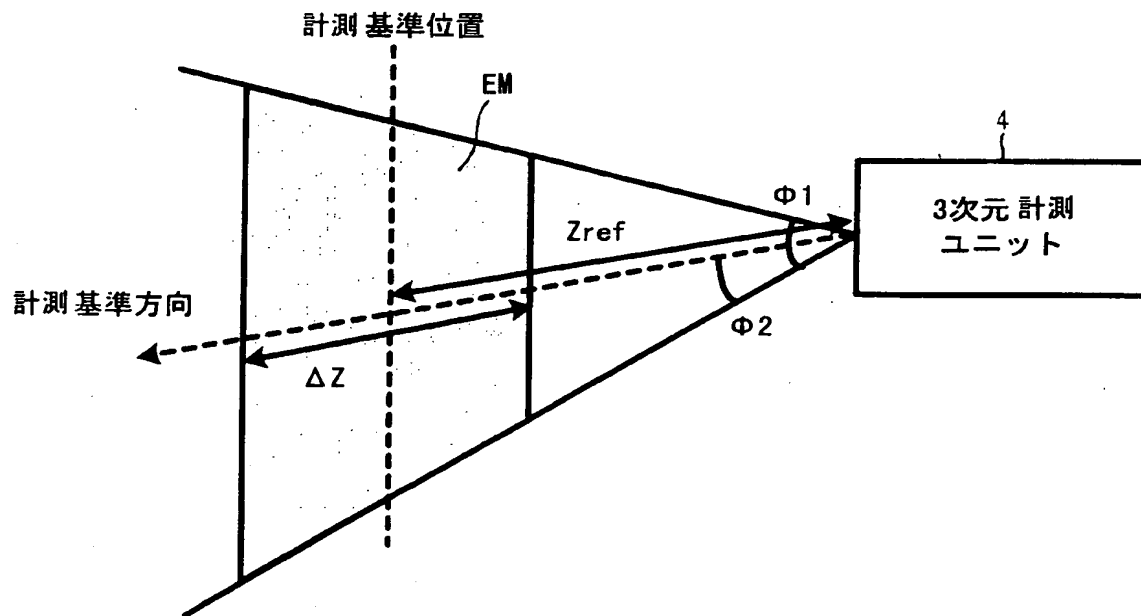
【図 4】



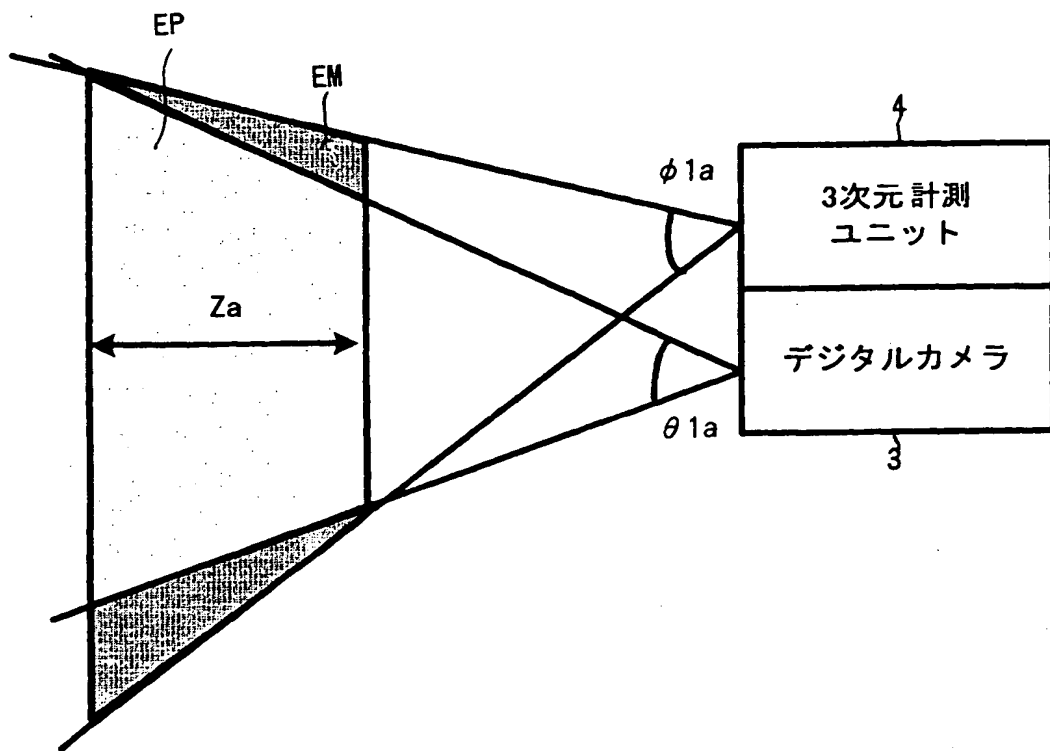
【図 5】



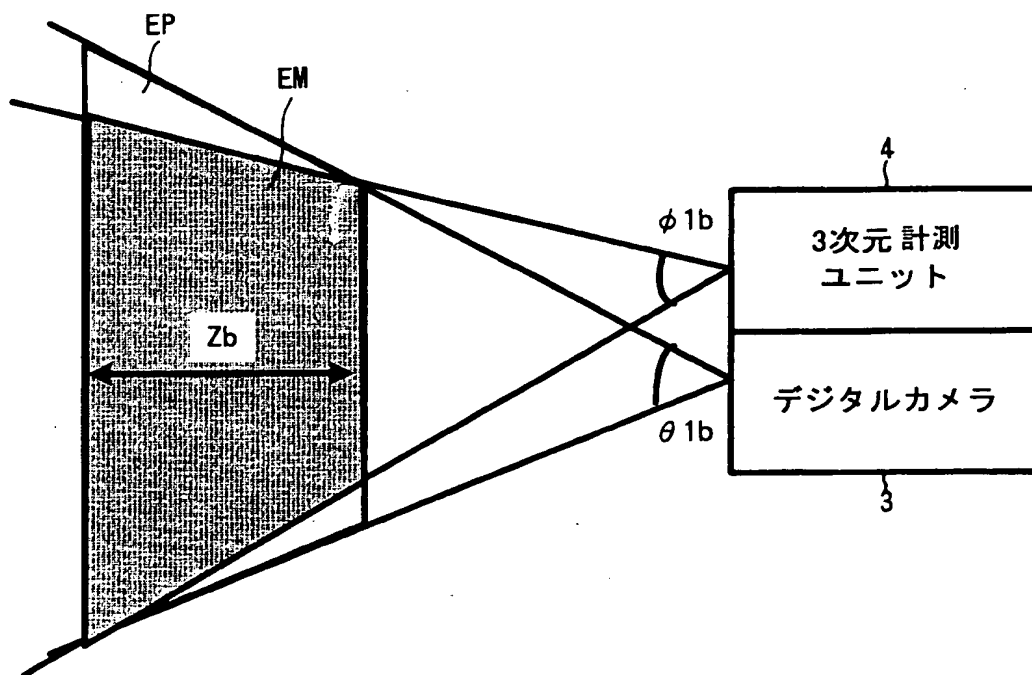
【図 6】



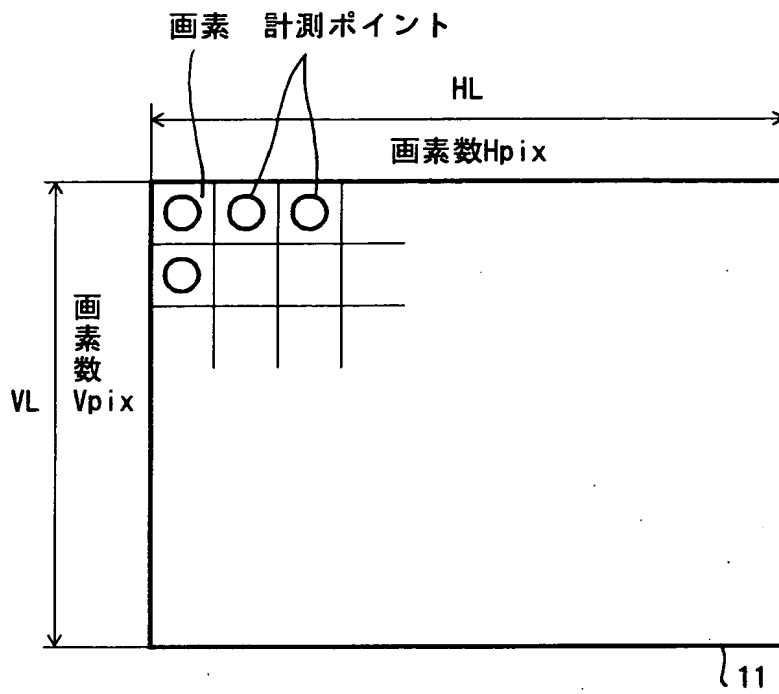
【図 7】



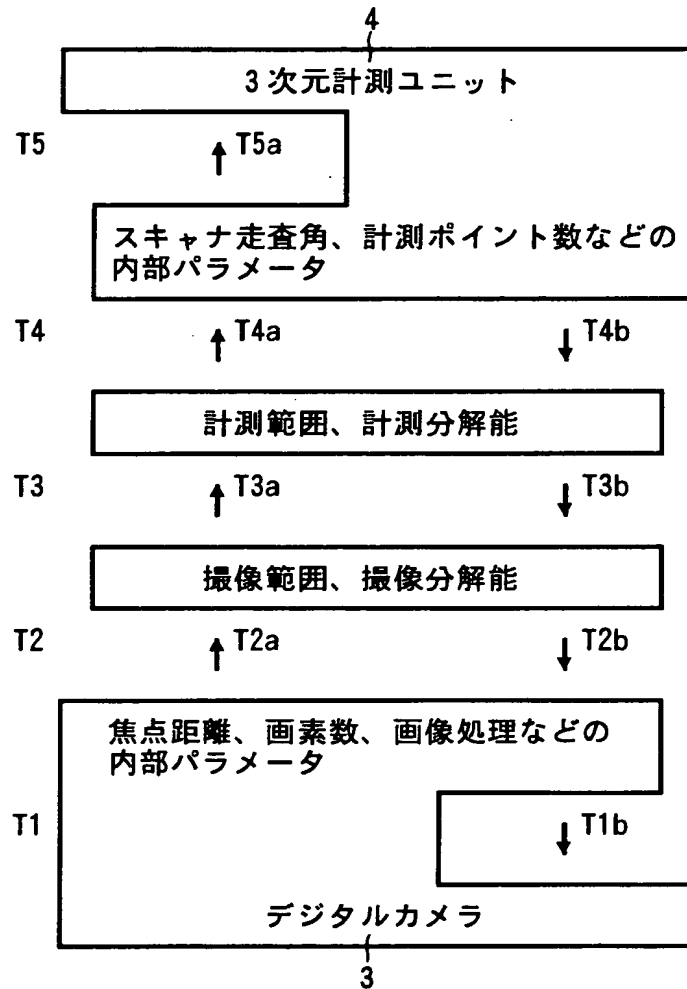
【図 8】



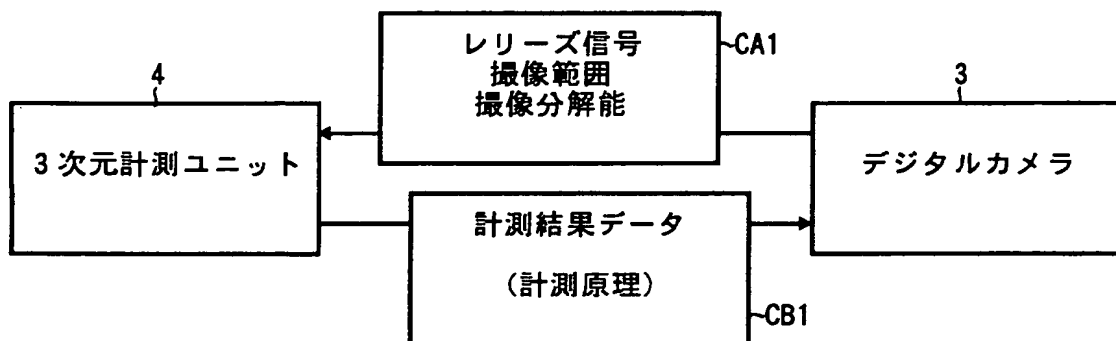
【図 9】



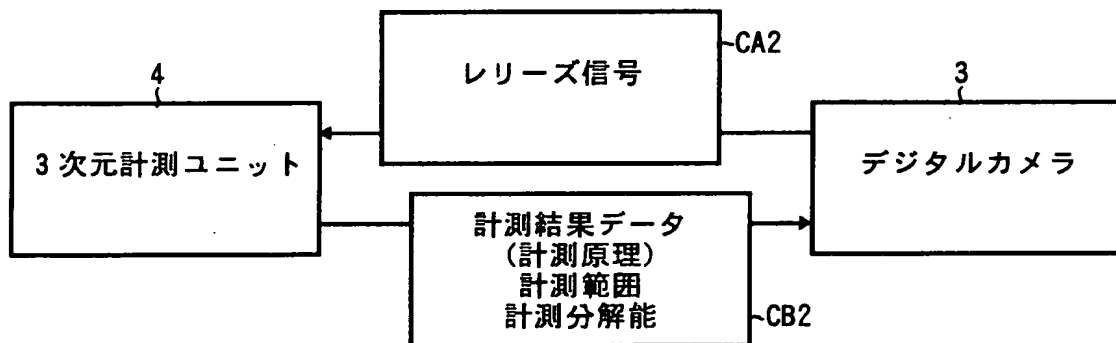
【図 1 0】



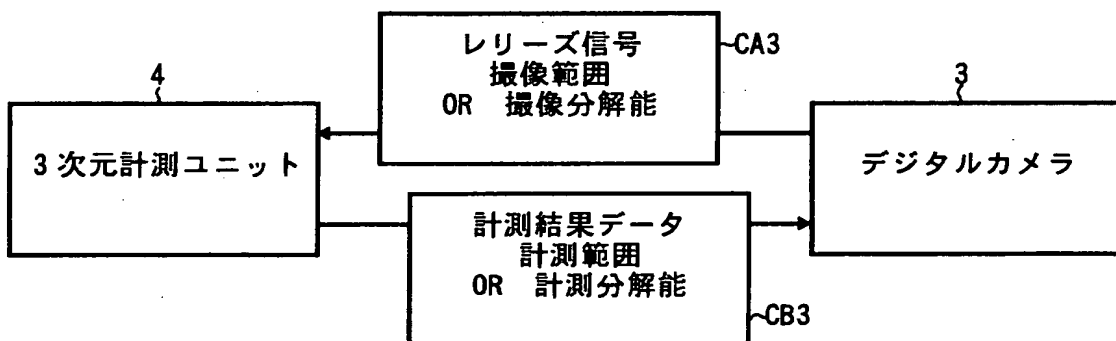
【図 1 1】



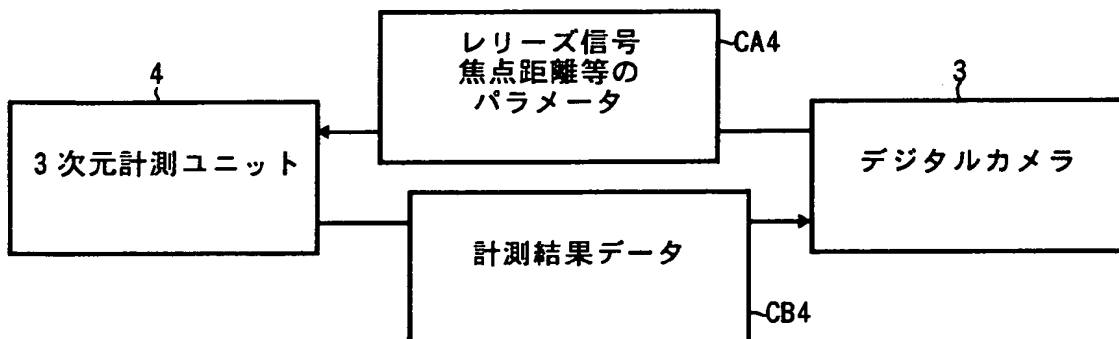
【図 1 2】



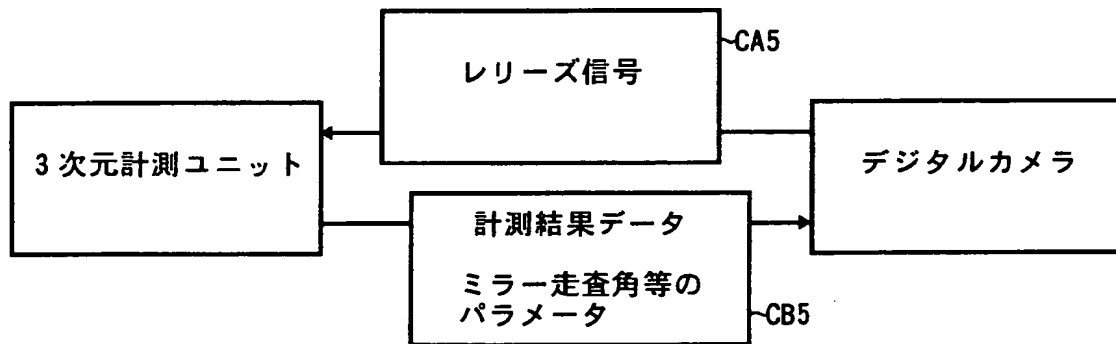
【図 1 3】



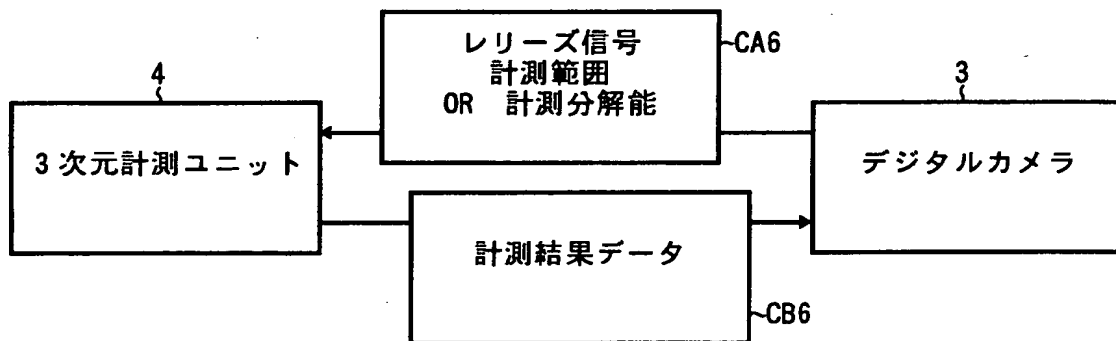
【図 1 4】



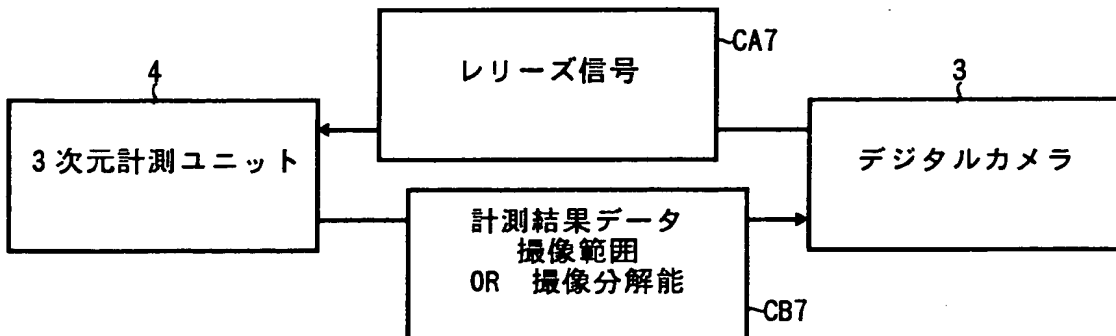
【図 15】



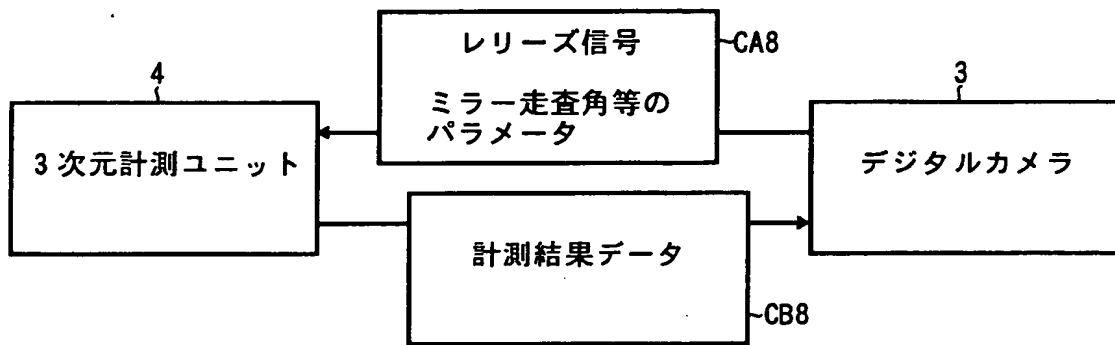
【図 16】



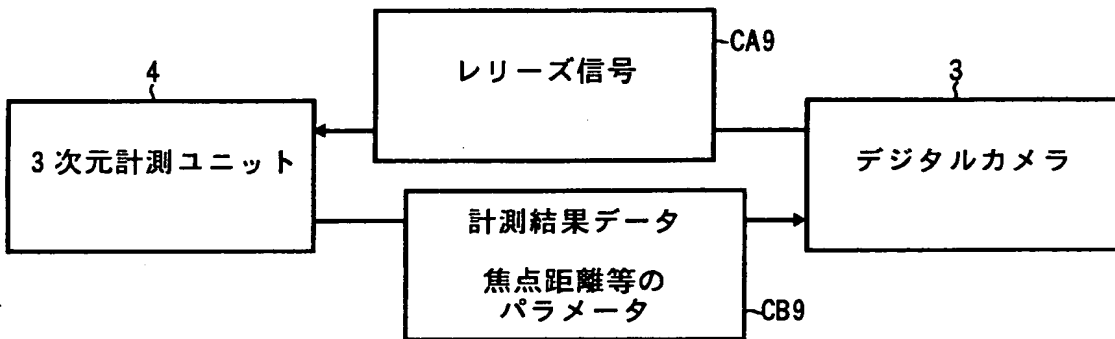
【図 17】



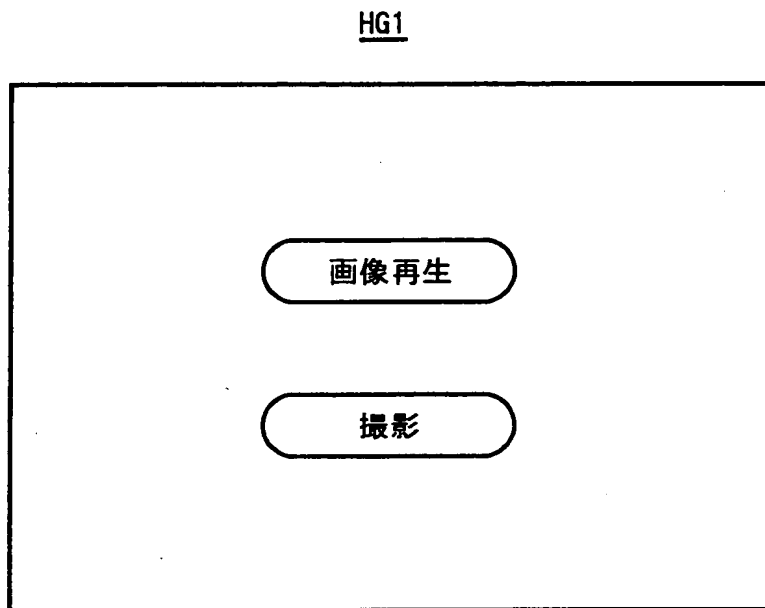
【図 1 8】



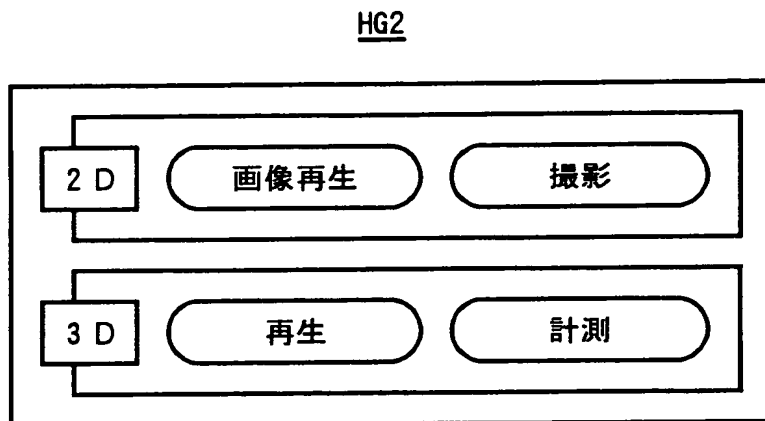
【図 1 9】



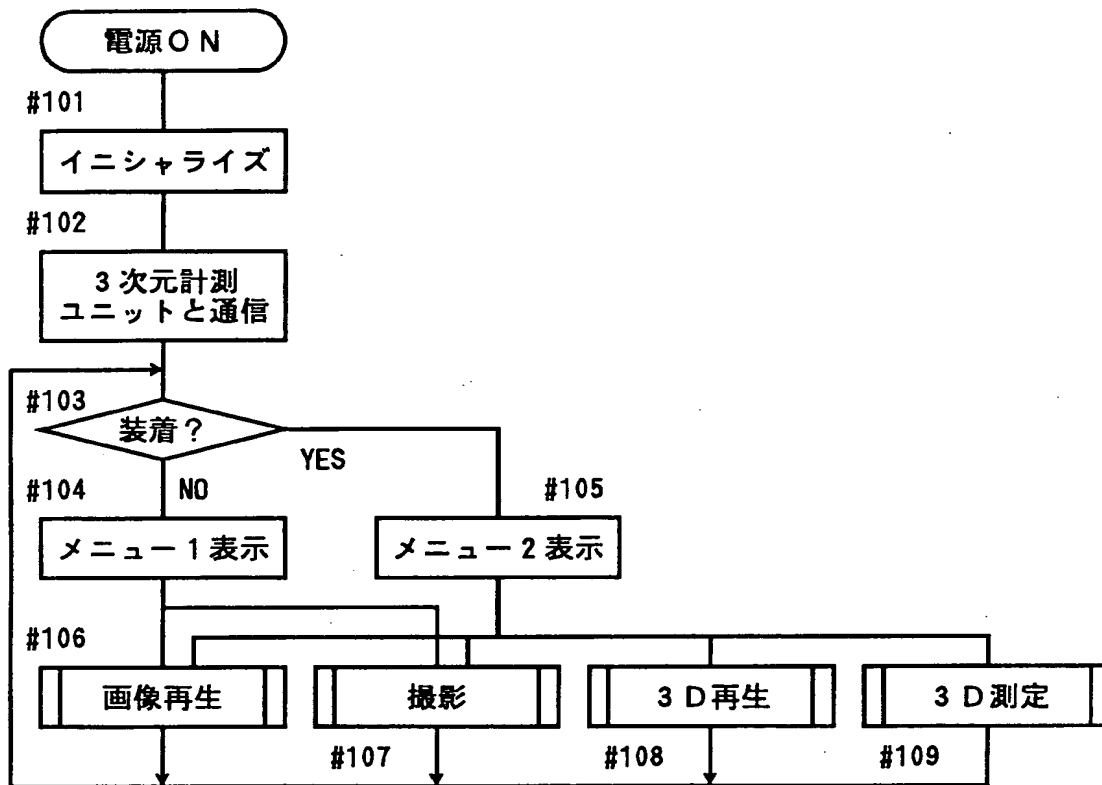
【図 2 0】



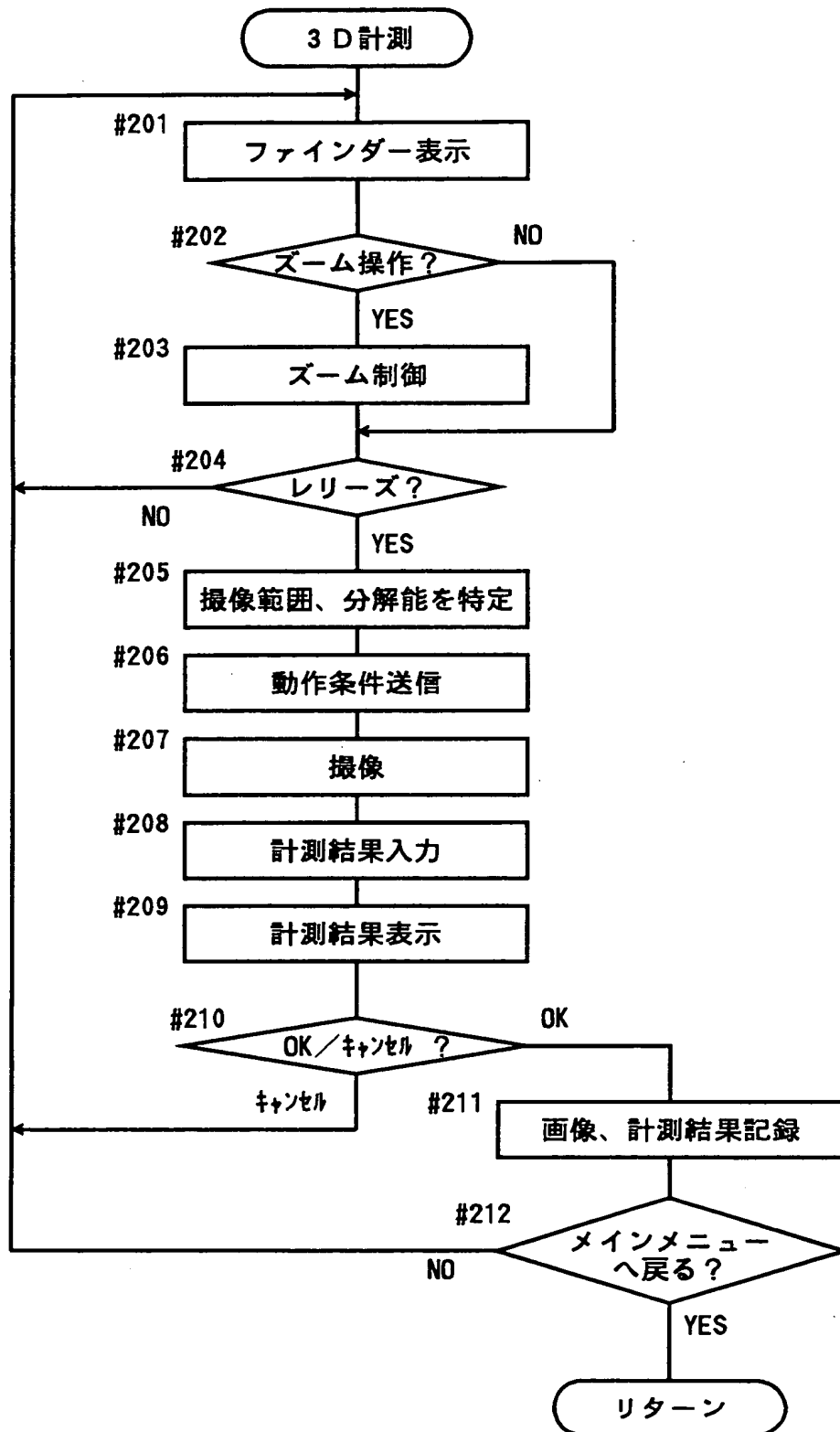
【図 2 1】



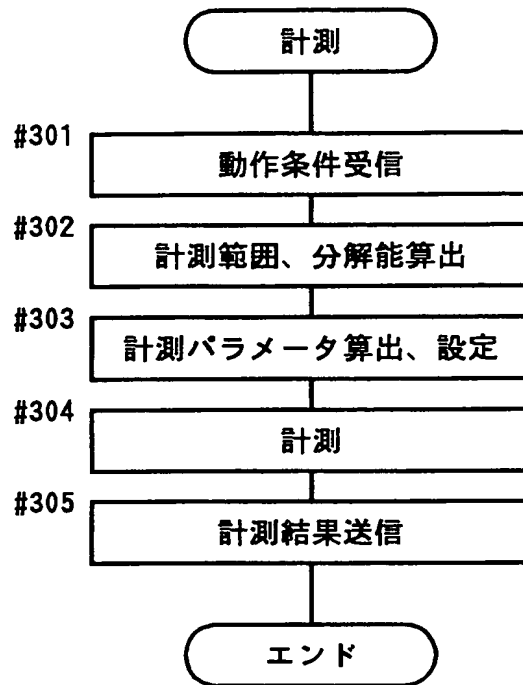
【図 2 2】



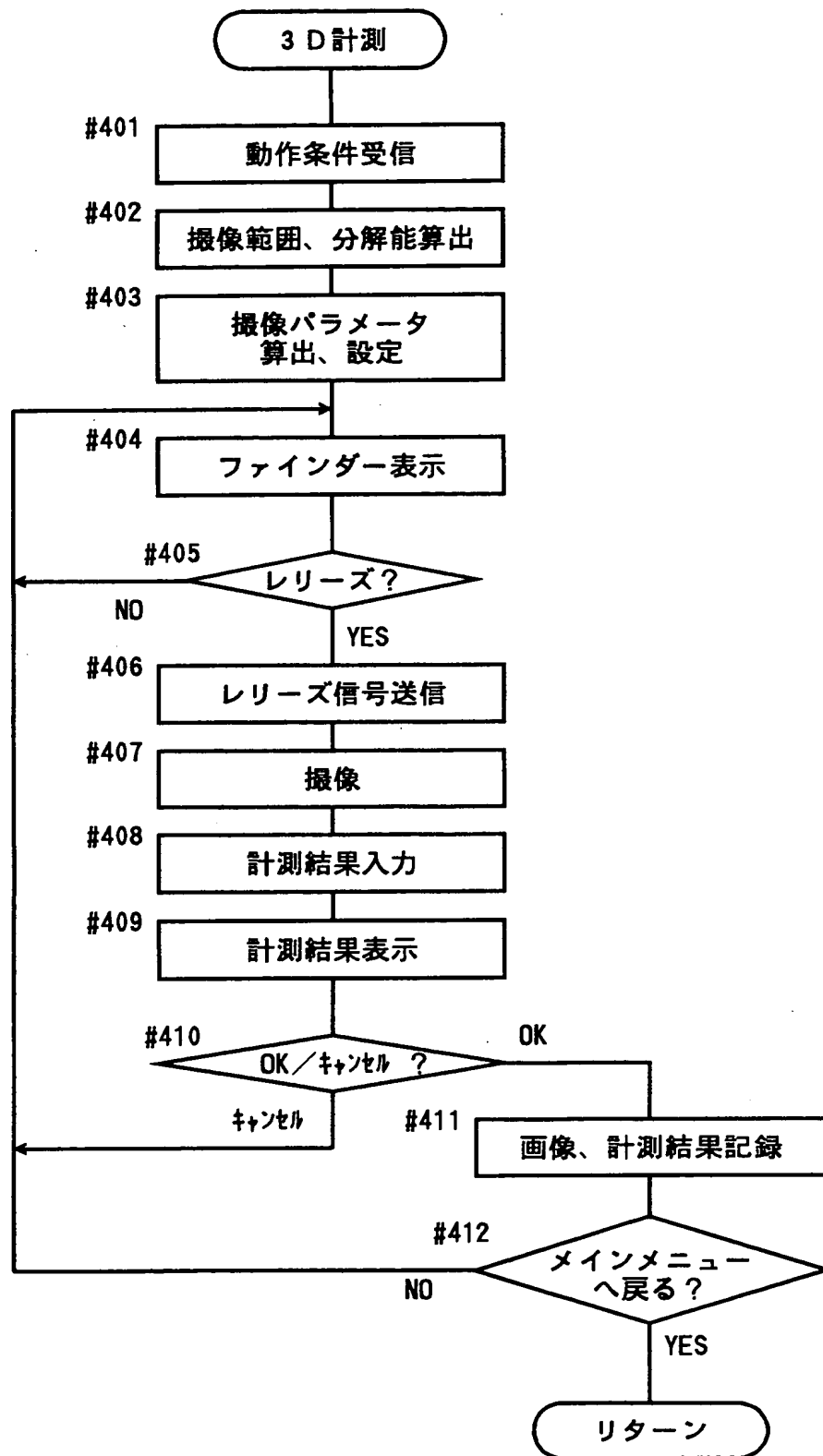
【図 2 3】



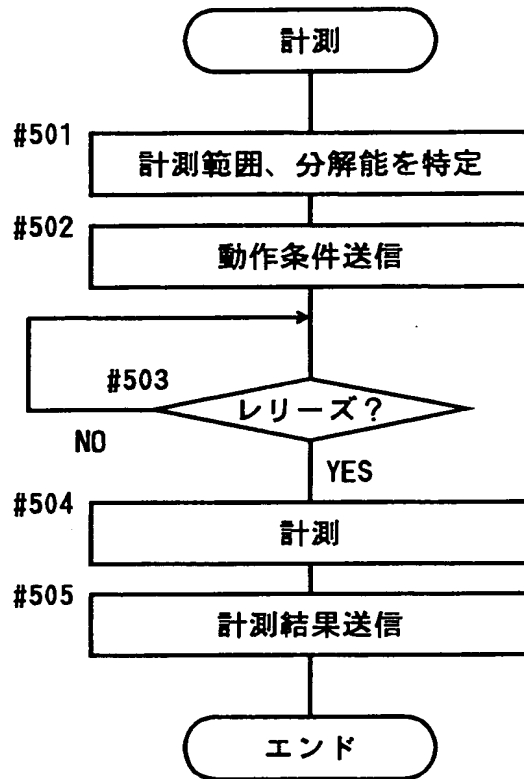
【図 2 4】



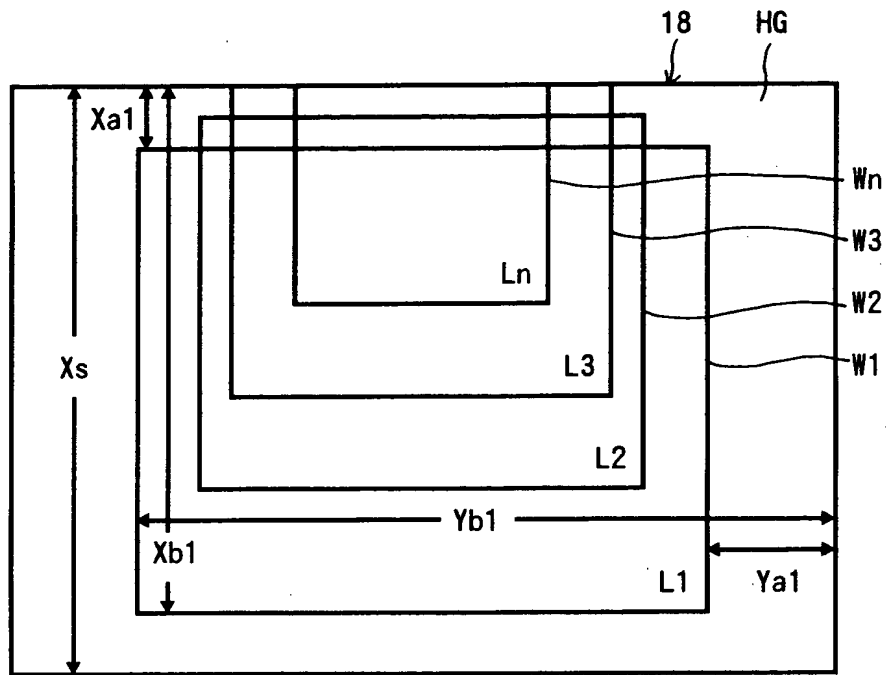
【図 25】



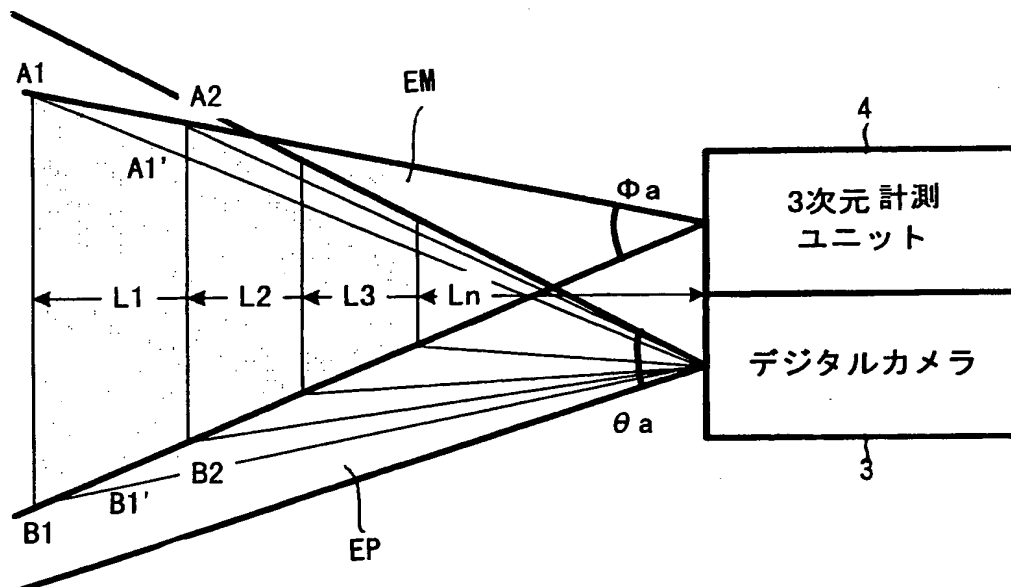
【図 2 6】



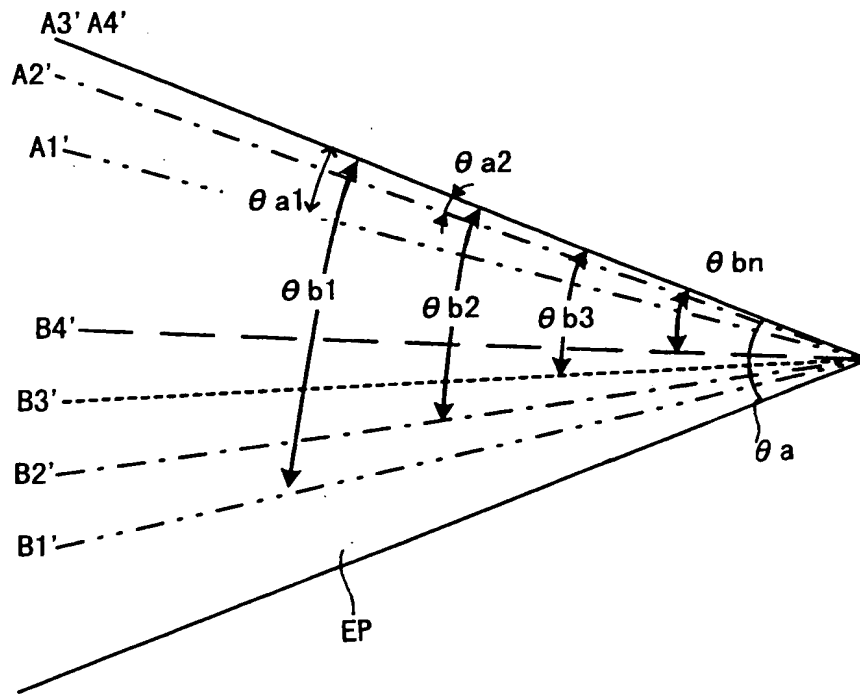
【図 27】



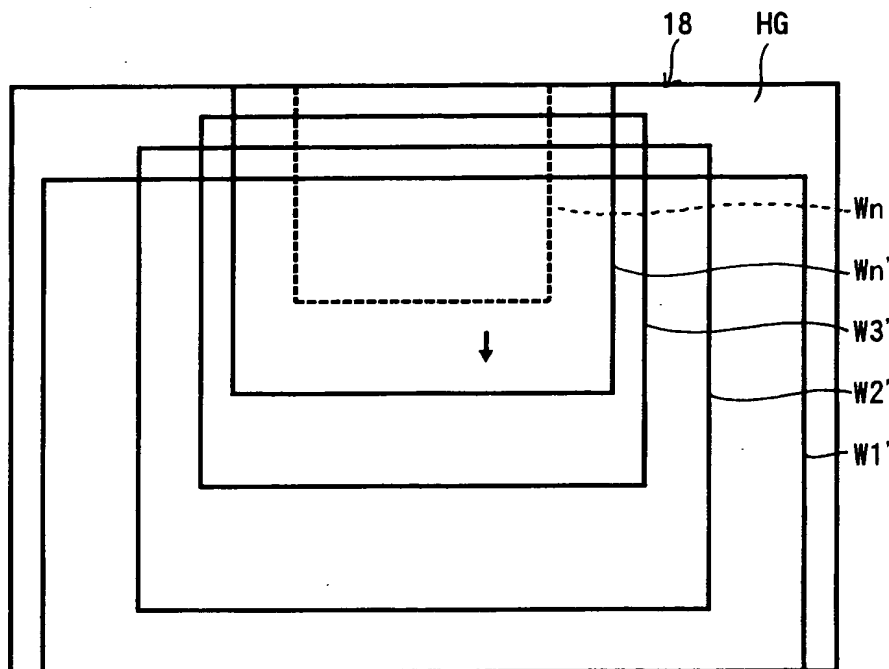
【図 28】



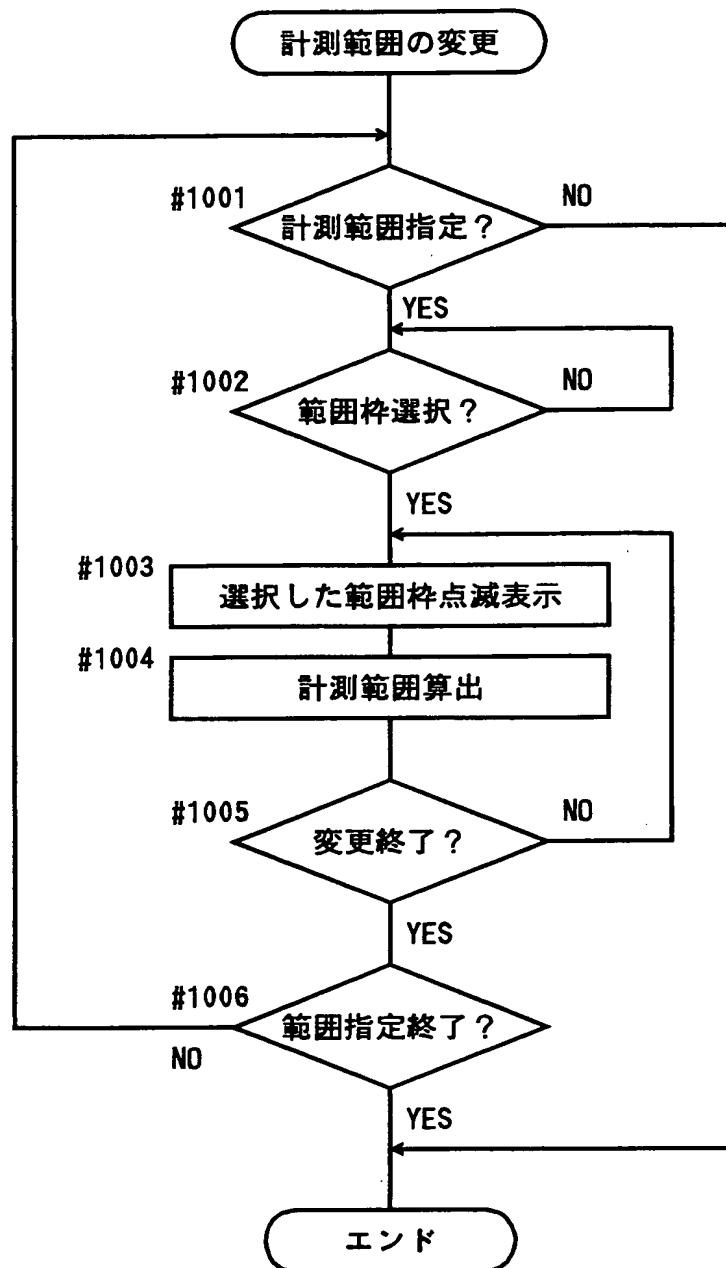
【図 29】



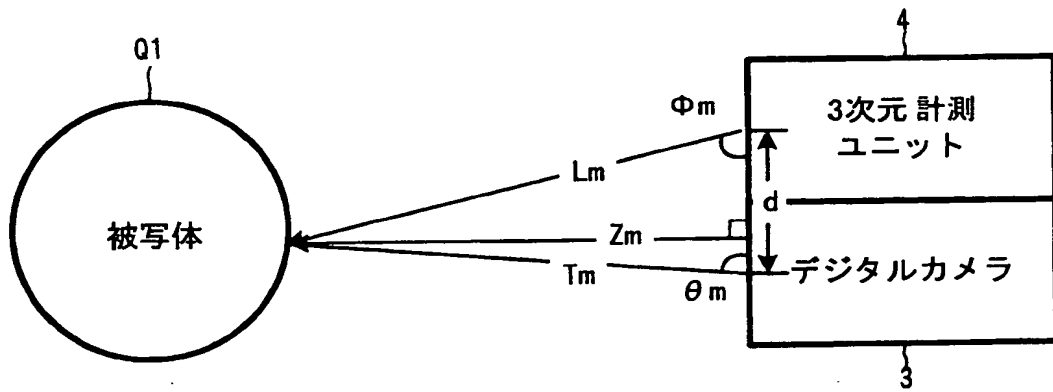
【図 30】



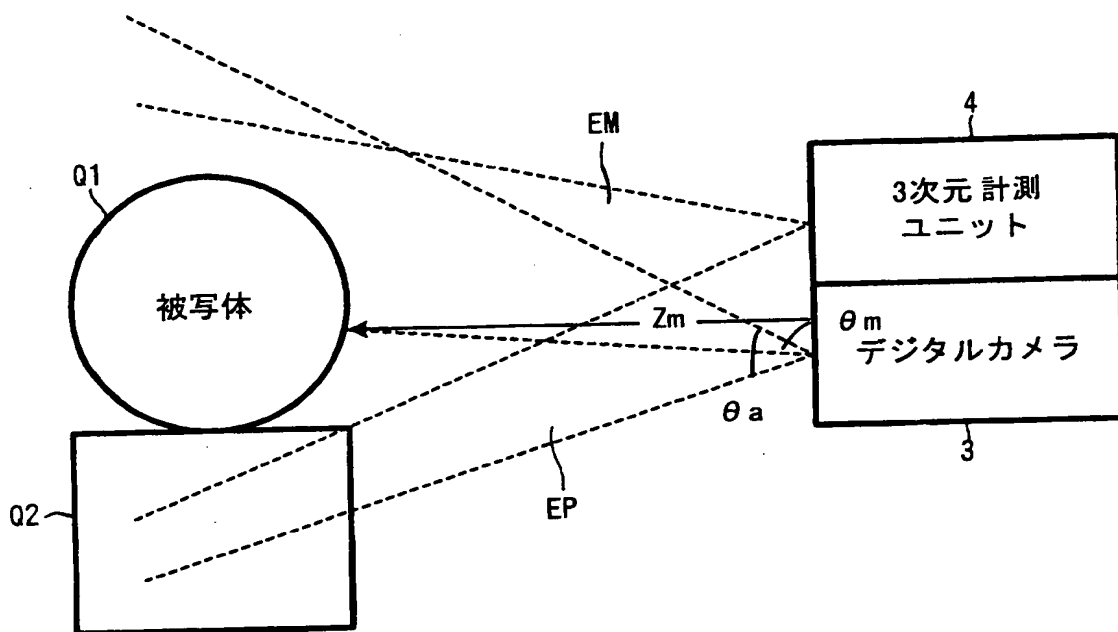
【図 31】



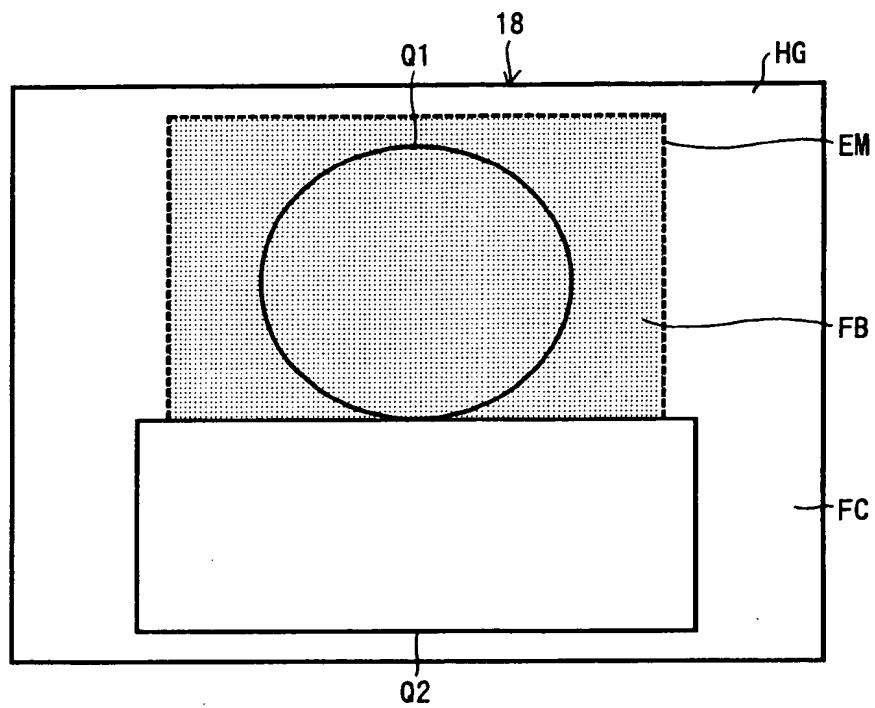
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2次元データの撮影と3次元データの撮影との両方を行うことが可能であり、3次元計測の計測範囲を容易に確認することを可能とすること。

【解決手段】 2次元撮像装置および3次元計測装置を有する撮影システムであって、2次元撮像装置によって撮像される被写体の2次元画像を表示する表示部18と、3次元計測装置の計測範囲を示す範囲枠W1～nを2次元画像とともに表示部18に表示する表示制御部とを有してなる。

【選択図】 図27

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日	1994年 7月20日
[変更理由]	名称変更
住 所	大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名	ミノルタ株式会社